THE SNELLIUS-EXPEDITION

IN THE EASTERN PART OF THE NETHERLANDS EAST-INDIES 1929-1930

UNDER LEADERSHIP OF
P. M. VAN RIEL
DIRECTOR OF THE AMSTERDAM BRANCH OFFICE OF THE
ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE

V

VOL. II

OCEANOGRAPHIC RESULTS

PART 3

DIE ERGEBNISSE DER STROM- UND SERIENMESSUNGEN

VON

LODEWIJK LEK

1938

TO BE OBTAINED OF THE PRINTERS AND PUBLISHERS
E. J. BRILL - LEIDEN

H Postma

SNELLIUS-EXPEDITIE

WETENSCHAPPELIJKE UITKOMSTEN DER SNELLIUS-EXPEDITIE

ONDER LEIDING VAN

P. M. VAN RIEL

DIRECTEUR VAN DE FILIAALINRICHTING VAN HET KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT TE AMSTERDAM

VERZAMELD IN HET OOSTELIJKE GEDEELTE VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË AAN BOORD VAN H. M. WILLEBRORD SNELLIUS

ONDER COMMANDO VAN

F. PINKE

LUITENANT TER ZEE DER 1e KLASSE

1929–1930

UITGEGEVEN DOOR DE MAATSCHAPPIJ TER BEVORDERING VAN HET NATUURKUNDIG ONDERZOEK DER NEDERLANDSCHE KOLONIËN EN HET KONINKLIJK NEDERLANDSCH AARDRIJKSKUNDIG GENOOTSCHAP



GEDRUKT DOOR EN TE VERKRIJGEN BIJ

E. J. BRILL — LEIDEN

THE SNELLIUS-EXPEDITION

IN THE EASTERN PART OF THE NETHERLANDS EAST-INDIES 1929-1930

UNDER LEADERSHIP OF
P. M. VAN RIEL
DIRECTOR OF THE AMSTERDAM BRANCH OFFICE OF THE
ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE

▼

VOL. II

OCEANOGRAPHIC RESULTS

PART 3

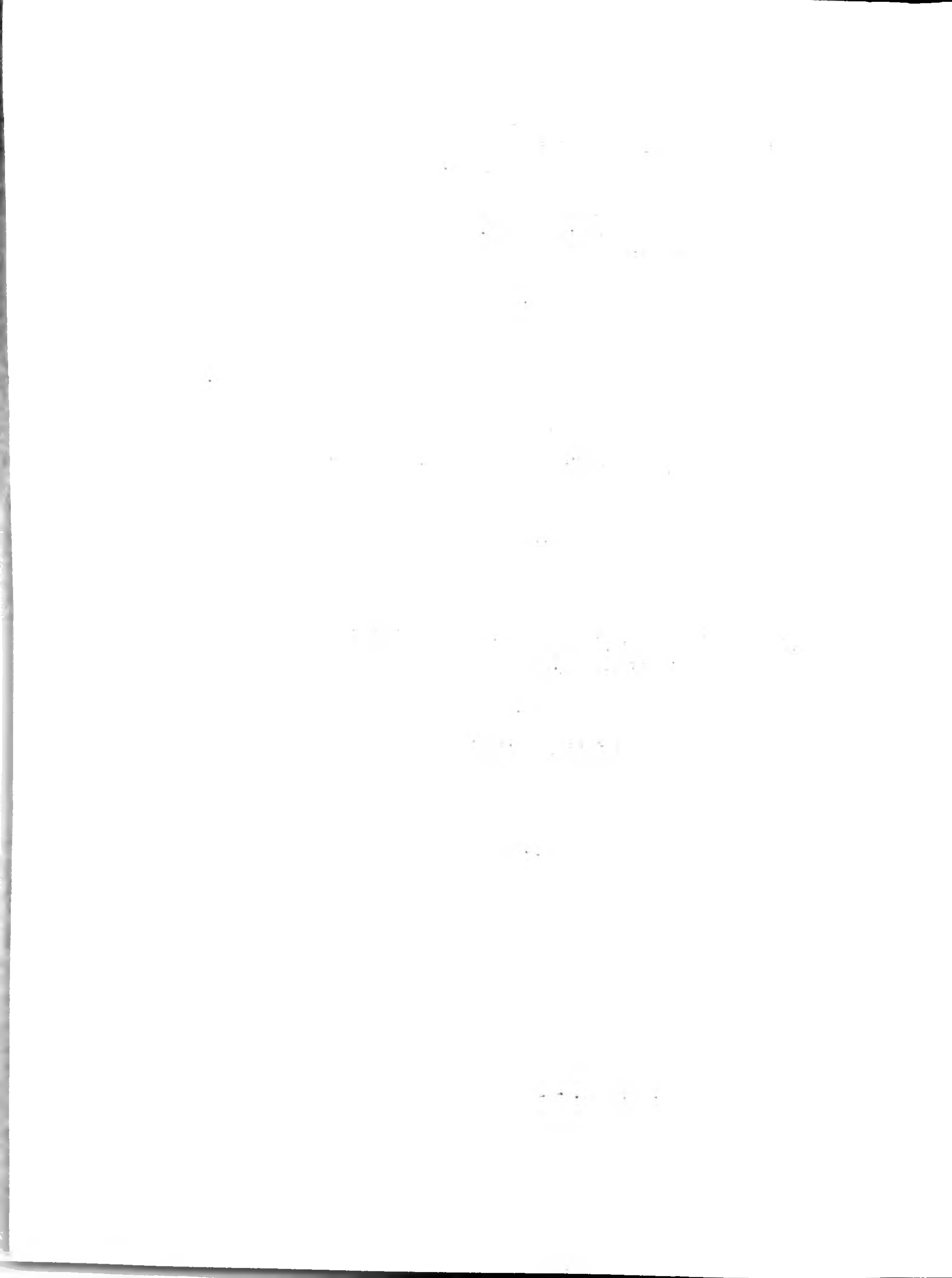
DIE ERGEBNISSE DER STROM- UND SERIENMESSUNGEN

VON

LODEWIJK LEK

1938

TO BE OBTAINED OF THE PRINTERS AND PUBLISHERS
E. J. BRILL - LEIDEN



INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT

Dem Wunsche des Herrn P. M. van Riel, des Leiters der Snellius-Expedition zufolge, habe ich die Ausarbeitung der Ergebnisse der Strommessungen und Serienbeobachtungen der Ankerstationen dieser Expedition übernommen.

Nach Fertigstellung des Manuskripts hat Herr Professor Dr. A. Defant dasselbe bereitwilligst durchgelesen. Für die mir dabei gütigst gegebenen sehr wertvollen Ratschläge möchte ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Auch Herrn Dr. J. E. Fjeldstad, der so freundlich war, mir seine Theorie über interne Wellen persönlich ausführlich auseinanderzusetzen, bin ich für seine Mithilfe sehr verbunden.

Des weiteren möchte ich hier ein Wort des Dankes an Herrn Professor Dr. Bj. Helland—Hansen richten, welcher mich in den Stand gesetzt hat, mich im Geofysiske Institut zu Bergen mit Herrn Dr. J. E. Fjeldstad's Theorie vertraut zu machen.

Schliesslich möchte ich auch Herrn K. Krüger, welcher die Ausführung der Reinzeichnungen übernommen hat, meinen aufrichtigen Dank zum Ausdruck bringen.

EINLEITUNG

Das Programm der „Willebrord-Snellius" Expedition in dem östlichen Teil der Niederländisch-Ostindischen Gewässer umfasste unter anderem Strommessungen und Wiederholungsserien auf Ankerstationen.

Hierzu wurde die „Meteor" Expedition, welche zum ersten Male in grossem Umfange Tiefsee-Ankerstationen ausgeführt hat als Beispiel genommen.

Der „Willebrord-Snellius" wurde mit einer, jener der „Meteor" ähnlichen Tiefsee-Verankerungsvorrichtung, welche an anderer Stelle beschrieben wird, versehen.

Die Wahl der Stellen, wo die Ankerstationen geplant wurden, wurde dadurch bestimmt, dass man gerne den Austausch der Wassermassen zwischen den verschiedenen Becken und Ozeanen beobachten wollte. Deshalb liegen die Ankerstationen überwiegend in Seestrassen, welche einen wichtigen Verbindungsweg für den Austausch der Wassermassen bilden.

Auf drei Ankerstationen wurden neben Strommessungen, komplette Wiederholungsserien ausgeführt, sodass diese drei Stationen gestatten, eventuelle interne Wellen zu erkennen. Auf einer vierten Ankerstation konnte nur eine komplette Reihe von Temperaturbeobachtungen die Strommessungen ergänzen. Es stellte sich heraus, dass auch in diesen Gebieten die internen Wellen grosse Bedeutung erlangen.

Da gleichzeitig die Ergebnisse über Stromgeschwindigkeiten und vertikaler Verlagerung vorlagen, wurde untersucht, ob die Beobachtungen sich mit den Ergebnissen von Fjeldstad's Theorie der internen Wellen decken. Diese Theorie gestattet, ausgehend von der Dichteverteilung mit der Tiefe und der vertikalen Verlagerung, die Amplituden- und Phasenwerte der durch die internen Wellen hervorgerufenen Gezeitenströme zu berechnen.

Bedauerlicherweise gab es keine Gelegenheit, auf den übrigen Ankerstationen Serienmessungen zu unternehmen. Die Strommessungen auf diesen Ankerstationen sind allerdings sehr komplett.

Eine bessere Kenntnis der interessanten Probleme der internen Wellen und der Gezeitenerscheinungen auf freiem Ozean kann nur durch an zahlreichen Ankerstationen gesammeltes Material erlangt werden.

Mit Rücksicht auf den ausgezeichneten Erfolg, welchen Defant mit seiner Bearbeitung der „Meteor"-Ergebnisse erreicht hat, habe ich gemeint, das Material der Ankerstationen der „Snellius" Expedition auf gleiche Weise bearbeiten zu müssen, da man so Werte erhält, welche unter einander leichter vergleichbar sind, umsomehr als bei der „Snellius" Expedition die gleichen Instrumente verwendet wurden wie bei der „Meteor" Expedition.

Ich habe versucht, das vorhandene Material möglichst objektiv zu bearbeiten. Zu diesem Zweck wird das ganze Beobachtungsmaterial im Nachstehenden veröffentlicht, und nehme ich an mit weniger Text, dagegen aber mit mehr Tabellen und Abbildungen das Ziel am besten zu erreichen.

Es wurden 8 Ankerstationen, welche über den östlichen Teil des N.I. Archipels zerstreut sind, durchgeführt (Abb. 1).

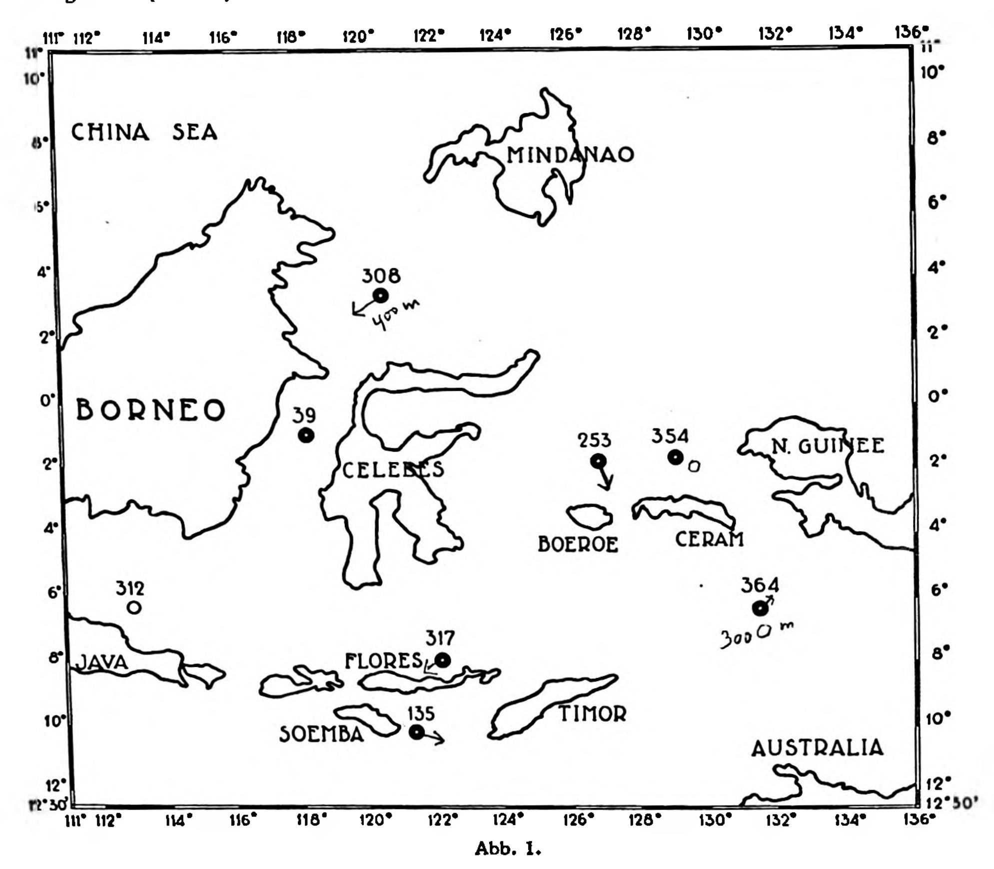


Abb. 1.

Die nachstehende Tabelle 1 gibt eine Übersicht des Materials, das auf diesen Stationen gesammelt wurde.

Die Spalten enthalten:

1°. die Nummer der Ankerstation;
2°. die mittlere geographische Position des Schiffes während der Verankerung;
3°. die Tiefe in Meter des Meeres an Ort und Stelle, aus Draht- oder Echolotung erhalten;
4°. die Zeitperiode der Verankerung;
5°. dieselbe Periode in Stunden ausgedrückt;
6°. die Länge in Meter der ausgelassenen Trosse;
7°. die Angabe der gebrauchten Anker. (Auf den ersten 4 Stationen wurden zwei Anker gebraucht, und zwar ein Anker von 100 kg, der mit 30 m Trosse an einem zweiten Anker von 200 kg Gewicht befestigt war. Bei den drei letzten Stationen wurde nur der Anker von 200 kg gebraucht).
8°. die Tiefen in Meter wo Strommessungen vorgenommen wurden;
9°. die Dauer der Strommessungen in Stunden (Sonnenzeit);
10°. die Tiefen in Meter wo Serienbeobachtungen durchgeführt wurden;

11°. die Dauer der Temperaturbeobachtungen in Stunden;
12°. die Dauer der Salzgehaltbeobachtungen in Stunden;
13°. die Dauer der Sauerstoffgehaltbeobachtungen in Stunden.

Ausserdem wurden an der Oberfläche die üblichen Strom- und Serienbeobachtungen, der Schiffskurs, Azimuth und Spannung der Trosse, die Richtung und Stärke des Windes beobachtet.

TABELLE 1.

Station	Mittlere geographische Position	Draht- oder Echo Lotung	Verankerung				Beobachtungen					
							Strom			Serien		
										Dauer in Stunden		
			Dauer	in Stunden	Länge der Ankertrosse	Verwendete Anker	Tiefe in m	Dauer in Stunden	Tiefe	Temp.	Salzgeh.	Sauerstoff
39a	1—14.2 S	2254	Vom 8.VIII.	62	3000	100+	0	62	0	24	24	—
	118—20.6 E		19h bis 7h			200	50	24	50	24	24	24
			des 11.VIII.				125	24	100	24	24	24
			1929				400	23.5	150	24	24	24
							1900	—	250	24	24	24
									500	24	24	—
135a	10—7.4 S	1150	Vom 17. XI.	89	1750	100+	0	89	0	26	26	—
	121—17.7 E		20h bis 13h			200	20	25	50	26	26	—
			des 21. XI.				50	25	75	26	26	—
			1929				75	25	100	26	26	—
							100	28	150	26	26	—
							150	26	200	26	26	—
							200	26	250	26	26	—
							400	26	400	26	26	—
							600	25	700	26	26	—
							800	25				
							1000	26				
253a	1—47.5 S	1800	Vom 23. IV.	82	2500	100+	0	82	0	26	26	—
	126—59.4 E		20.15h bis			200	50	27	50	26	26	26
			4h des 27.				100	26	100	26	26	26
			IV. 1930				200	26	150	—	—	26
							350	28	250	26	26	26
							500	28	450	26	26	26
							1200	9	800	26	26	26
							1400	17 [1]				
							1500	7				

[1] 4 Beobachtungen.

Station	Mittlere geographische Position	Draht- oder Echo Lotung	Verankerung				Beobachtungen					
			Dauer	in Stunden	Länge der Ankertrosse	Verwendete Anker	Strom		Tiefe	Serien		
							Tiefe in m	Dauer in Stunden		Dauer in Stunden: Temp.	Salzgeh.	Sauerstoff
308*a*	3—21.4 N	4863	Vom 29. VI.	53	6500	100+	0	53	0	29	—	—
	120—36.3 E		17h bis 22h			200	10	8 [1]	50	29	—	—
			des 1. VII.				25	5 [2]	100	29	—	—
			1930				50	23	150	29	—	—
							75	4 [2]	200	29	—	—
							100	4 [2]	250	29	—	—
							150	23	300	29	—	—
							250	5 [3]	400	29	—	—
							400	21	600	29	—	—
317*a*	7—55.0 S	2328	Vom 21. VIII	51	3300	200	0	51				
	122—12.7 E		22h bis 1h				25	29				
			des 24. VIII.				75	30				
			1930				125	28				
							175	42				
							300	29				
							600	48				
							1000	29				
							1500	9				
							2000	10				
354*a*	1—29.2 S	1348	Vom 6.X. 18h	35	1950	200	0	35				
	129—10.6 E		bis 5h des				25	17				
			8. X. 1930				50	32				
							100	32				
							150	31				
							250	31				
							400	30				
							600	30				
							800	4 [2]				
							1000	12 [2]				
364*a*	6—26.9 S	4513	Vom 23.X.	24	5800	200	0	24				
	131—30.5 E		12h bis 12h				100	19				
			des 24.X				400	19				
			1930				3000	16				

EINIGES ÜBER DIE ARBEITSMETHODE

Bevor ich zur Besprechung der Ankerstationen schreite, möchte ich einiges über die Arbeitsmethode mitteilen, welche bei allen Stationen angewendet worden ist, sodass es sich mit Rücksicht auf diese Angaben erübrigt, dieselben für jede einzelne Station zu wiederholen.

[1]) 3 Beobachtungen.
[2]) 2 Beobachtungen.
[3]) 4 Beobachtungen.

Strombeobachtungen. — Die Oberflächenbeobachtungen wurden meistens mit einem mittleren Intervall von $1^1/_2$ Stunden ausgeführt. Dabei wurden anliegender Kurs des Schiffes, Tiefe nach dem Echolot, Azimuth des Ankers in Bezug auf die Schiffsrichtung, Spannung des Dynamometers, Richtung und Stärke des Windes und des Oberflächenstromes notiert.

Die Strombeobachtungen an der Oberfläche wurden mit Hilfe des Relingslogs ausgeführt. In den grösseren Tiefen wurde der Strom meistens mit dem Ekman-Repetierstrommesser und manchmal auch mit dem Ekman-Merz Starkstrommesser gemessen. Die Reduktion der Messungsergebnisse wurde in folgender Weise durchgeführt:

a. Die Ortszeit der Beobachtungen wurde zuerst reduziert in Mondstunden nach dem oberen Meridiandurchgang des Mondes in Greenwich. Aus praktischen Gründen jedoch habe ich später meine Auffassung geändert und habe die Phasen bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes am Orte der Ankerstation selbst. Dadurch mussten die Stunden in den Abbildungen alle um ungefähr 8 Mondstunden erhöht werden.

Um nicht alle Abbildungen neu zeichnen zu müssen, ist bei den Abbildungen und in den Tabellen eine Korrektur von genau 8 Mondstunden vorgenommen worden, ausgenommen bei Station 364a, bei der die Korrektur genau $8^1/_2$ Mondstunden betrug, und für welche alle Kurven neu gezeichnet wurden. Für die übrigen Ankerstationen gibt es also einen kleinen Unterschied zwischen den angegebenen und den wirklichen Phasen.

In Tab. 81 und 83 sind allerdings die korrigierten Phasenwerte eingetragen.

Dieser Unterschied ist im Anfang jeder Stationsbeschreibung gegeben, und es muss daher darauf hingewiesen werden, dass sämtliche Phasen mit dem gegebenen Korrekturwert versehen werden müssen.

b. Die in N- und E-Komponenten zerlegten Stromvektoren wurden als Punkte in graphischen Darstellungen eingezeichnet, wobei als Abscissen die Zeit in Mondstunden und als Ordinaten die Geschwindigkeit in cm/sec genommen wurden. Diese Punkte sind durch *gerade Linien* verbunden worden.

c. Dann wurde für jede volle Mondstunde der Wert der Komponenten der Kurve entnommen, und wenn mehrere Perioden zur Verfügung standen, wurden für jede Mondstunde die Werte der Perioden gemittelt.

d. Harmonische Analyse der Werte.

e. In einzelnen Fällen wurde versucht, eine stetige Änderung des Anstieges oder Abfalles der Zahlenwerte bezw. Kurven durch eine lineare Ab- oder Zunahme auszuschalten. Es bleibt eine äusserst subjektive Methode, was durch folgendes Beispiel illustriert wird:

Bei der E-Komponente des Oberflächenstromes auf Ankerstation 317a wurde während der ersten Periode die stetige Änderung der Werte korrigiert. Durch diese Korrektur wurden die ganz- und halbtägigen Phasenwerte der E-Komponente um 3.9 bezw. 0.8 Mondstunden verspätet. Die Amplitude der ganztägigen Gezeit blieb unverändert, während diejenige der halbtägigen Gezeit von 7.3 auf 5.7 cm/sec gebracht wurden.

f. Mit Hilfe des Mittelwertes und der berechneten Amplituden- und Phasenwerte der ganz- und halbtägigen Gezeit wurde dann eine Kurve berechnet, gezeichnet und mit der aus den Beobachtungen erhaltenen, verglichen.

Durch Differenzbildung für jede Mondstunde zwischen diesen beiden Kurven wurden die Restwerte bestimmt, und wenn diese erheblich waren, wurden auch von dieser Restwelle durch Bestimmungen der Extremwerte Amplituden- und Phasenwerte eventuell noch angedeuteter Wellen kürzerer Periode berechnet.

g. Sodann wurden Stromfiguren für die 24- und 12-stündigen Wellen berechnet und gezeichnet. Die Berechnung erfolgt laut untenstehender Formel (aus Defant „Meteor" Band VII Seite 7):

„In einem Koordinatensystem (Ost: x-Achse; Nord: y-Achse) ist die Stromellipse durch folgende Beziehungen gegeben:

$$\text{Ostkomponente:} \quad x = a \cos \frac{2\pi}{12} (t - A)$$

$$\text{Nordkomponente:} \quad y = b \cos \frac{2\pi}{12} (t - B).$$

Nach Elimination der Zeit t ergibt sich ihre Gleichung, wenn

$$\frac{2\pi}{12}A = \alpha \quad \frac{2\pi}{12} B = \beta \text{ und } \alpha - \beta = \Delta$$

gesetzt wird zu

$$\frac{x^2}{a^2 \sin^2 \Delta} + \frac{y^2}{b^2 \sin^2\Delta} - \frac{2 \cos \Delta}{ab \sin^2\Delta} xy = 1.$$

Der Winkel γ einer Hauptachse dieser Ellipse mit der x Achse (Verdrehung der Stromfigur aus der Ostrichtung) muss die Beziehung

$$\operatorname{tg} 2\gamma = \frac{2\,ab}{a^2 - b^2} \cos \frac{2\pi}{12} (A - B).$$

befriedigen. Aus dieser Gleichung erhält man somit die Richtung des maximalen Gezeitenstromes; seine Phase (die Zeit des Eintritts τ) findet man, wie sich leicht zeigen lässt, aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{12} \tau = - \frac{a \cos \alpha \operatorname{tg} \gamma - b \cos \beta}{a \sin \alpha \operatorname{tg} \gamma - b \sin \beta}.$$

Seine Intensität R folgt aus

$$R^2 = x^2 + y^2$$

diese Werte genommen zur Zeit τ".

h. Schliesslich wurde der Reststrom für jede Tiefe abgeleitet, indem alle zur Verfügung stehenden Werte jeder Stromkomponente über eine oder mehrere vollständigen Gezeitenperioden gemittelt wurden.

Ozeanographische Wiederholungsserien. — Für die Bearbeitung musste das Material auf verschiedene Standardtiefen reduziert werden. Die Grundlage dieser Reduktion wurde durch die wahren Tiefen, welche aus der Differenz der druckgeschützten und der druckungeschützten Thermometer ermittelt wurden, gegeben.

Bei jeder Serie wurden nur in den Tiefen von 150 m und 800 m druckungeschützte Thermometer mitgegeben. Durch Interpolation aus den für diese zwei Niveaus erhaltenen wahren Tiefen wurden die andere Tiefen ermittelt; dabei wurde die Länge des ausgelassenen Drahtes und dessen Winkel mitberücksichtigt. Da aber mit grösserer Tiefe der Draht sich mehr und mehr der Vertikalen nähert, so bleibt für grosse Tiefen die wahre Tiefe zwischen dem Wert des ausgelassenen Drahtes und derselben multipliziert mit dem cos. des Drahtwinkels. Da die wahren Tiefen bei allen Wiederholungsserien um kleine Beträge von einander verschieden sind, ist es notwendig gewesen, eine Reduktion der Werte auf die vorgegebenen Standardtiefen vorzunehmen. Zu diesem Zweck wurde für jede Serie die wirkliche Verteilung der ozeanographischen Elemente graphisch eingetragen; dann wurden für die einzelnen Tiefen die vertikalen Gradienten ermittelt und mittels dieser Grössen die Beobachtungen der einzelnen wahren Tiefen auf die Standardtiefen reduziert. Die Zeiten der Messungen wurden, um besonders die Gezeiteneinflüsse hervortreten zu lassen, in Mondzeiten umgerechnet. Da man im Gebiet des indischen Archipels eine stark ausgeprägte, ganztägige Welle erwarten darf, so ist die Mondzeit in 24 Mondstunden eingetragen, und zwar gezählt von dem oberen Meridiandurchgang des Mondes am Ort bis zum nächsten oberen Meridiandurchgang.

Nur die Beobachtungen an der Oberfläche sind in Zonenzeiten angegeben, um den durch Sonneneinfluss entstandenen täglichen Gang besser hervortreten zu lassen. Viele graphischen Darstellungen, welche die zeitlichen Schwankungen der ozeanographischen Elemente enthalten, sind wiedergegeben. Die diesen Kurven entnommenen stündlichen Werte wurden der harmonischen Analyse unterzogen. Es ergab sich, dass bei den meisten Stationen das Beobachtungsmaterial sehr gut war, weil manchmal bei ganz geringen Amplituden der Temperatur und des Salzgehaltes sehr gut passende Phasenwerte gefunden wurden.

Mit Hilfe des vertikalen Gradientes wurde dann aus der Amplitude und Phase der Schwankungen des ozeanographischen Elementes die vertikale Verlagerung berechnet. Auch hier stellte es sich heraus, dass die Wassermassen der Troposphäre erheblichen Schwankungen unterliegen. Das Ausmass dieser vertikalen Verlagerung ist für sämtliche Tiefen von gleicher Grössenordnung.

Nachher wurde dann versucht, den Zusammenhang zu finden zwischen den Schwankungen im Aufbau des Meeres und den Gezeitenströmen. Dass der Zusammenhang besteht, unterliegt keinem Zweifel. Leider sind für Untersuchungen dieser Art die Stellen der Ankerstationen nicht günstig, weil die Nähe der sehr komplizierten Küste die Erscheinung zu sehr verwickelt.

ANKERSTATION 39*a* [1])

Die Ankerstation 39*a* liegt fast in der Mitte der Strasse Makassar (s. Abb. 8), welche das Celebes-Meer mit dem Java-Meer verbindet. Die Länge dieser Seestrasse, gerechnet von Tg. Mangkalikat bis Isl. Seboekol, beträgt ungefähr 490 km, während ihre mittlere Breite 250 km ist.

Die Koordinaten der Station 39*a* sind $\varphi = 1°—14.2$ S. und $\lambda = 118°—20.6$ Ö.L.

Die Dauer der Verankerung betrug 61 Stunden, und während dieser Zeit wurden jede Stunde Schiffskurs, Wind- und Strombeobachtungen ausgeführt.

Windverhältnisse. — Die Windrichtung schwankte von SSE über dem S bis NzW. Die 60 Beobachtungen teilen sich in folgende Windrichtungen auf:

SSE	SzW	S	SSW	SWzS	SW	SWzW	WSW	WzS	W	NzW
2	1	17	21	3	7	3	2	2	1	1

80 % aller Windbeobachtungen fallen in einen Sektor von 45°. Die mittlere Windrichtung war SSW. Die mittlere Windstärke betrug 4.4 m pro Sekunde; in der letzten Hälfte der Beobachtungsperiode war sie stärker wie im Anfang. Nach Van der Stok herrscht in dieser Jahreszeit ein SSW Monsun.

Die beobachteten maximalen bezw. minimalen Windstärken betrugen 6.9 bezw. 2.5 m pro Sekunde.

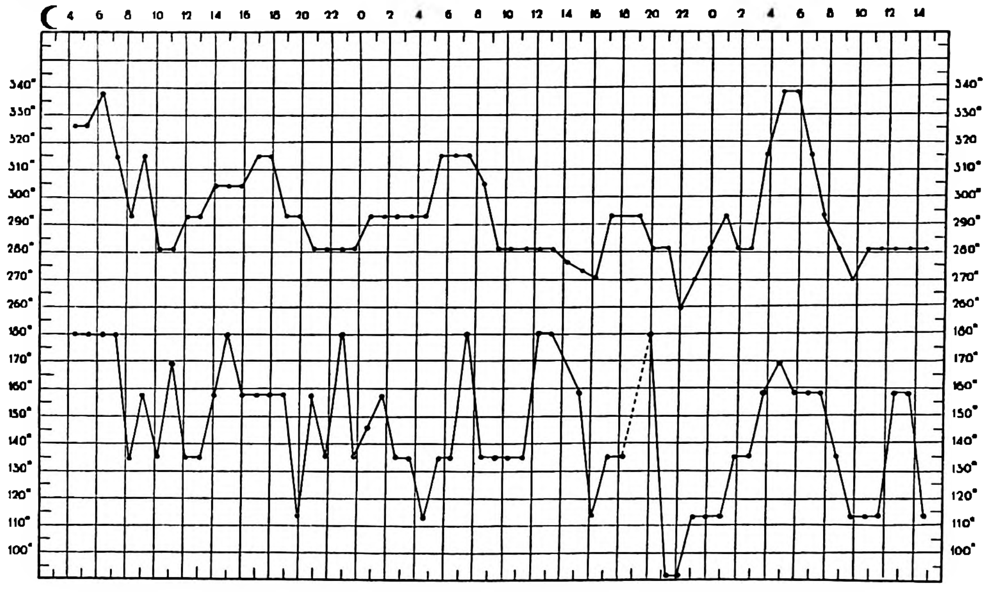


Abb. 2. Anliegender Schiffkurs (oben) und Stromrichtung (unten) auf Ankerstation 39*a*.

[1]) Von sämtlichen Phasenwerten ist 0.4 Mondst. zu subtrahieren.

Kurs. — Abbildung 2 enthält eine graphische Darstellung der Kursschwankungen und der Stromrichtung nach den stündlichen Beobachtungen. Abgesehen von kleinen Abweichungen, zeigen die Kursschwankungen einen deutlichen halbtägigen Gezeiteneinfluss. Der Verlauf beider Kurven ist fast parallel, sodass schon hieraus hervorgeht, dass das Schiff fast ständig auf dem Strom gelegen hat. Es wurde nach Augenmass eine Kurve durch Maxima und Minima gelegt und ihr dann die Werte der Tabelle 2 entnommen.

TABELLE 2. Übersicht über die Kursschwankungen auf Ankerstation 39*a*.

Extreme aus der ausgeglichenen Kurve	Eintrittszeit Mondzeit	Zeitunterschied Min.—Min. Max.—Max. Mondstunden	Wert	Schwankung
Max.	6.3	—	338	
Min.	8.7	11.2	281	57
Max.	17.5	11.6	315	34
Min.	22.3	13.0	281	34
Max.	6.5	13.2	315	34
Min.	11.5	11.7	281	34
Max.	18.2	10.5	293	12
Min.	22.0	11.3	259	34
Max.	5.5	—	338	79
Mittel	6.0 Phase	11.8 Periode	300	40° Amplitude 20°

Die Tabelle ergibt, dass die Kursschwankungen hauptsächlich der Gleichung

$$\text{Kurs rw} = 300 + 20 \cos. \frac{2\pi}{12} (t - 6.0)$$

folgen. Mittelt man alle 61 zur Verfügung stehenden Kursbeobachtungen, so beträgt der mittlere anliegende Kurs des Schiffes 293°. Wäre der Wind für die Lage des Schiffes massgebend, so hätte der mittlere Kurs 203° betragen müssen. Wäre nur der halbtägige Gezeitenstrom für den Schiffskurs massgebend, so ergäben Reststrom und die 12-stündige Gezeitenstromellipse die Beziehung

$$\text{Kurs rw} = \ .\ .\ + 10 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 5.0).$$

Hieraus geht hervor, dass der Schiffskurs hauptsächlich durch den Oberflächenstrom bedingt wurde.

STROMBEOBACHTUNGEN

Oberflächenstrom. — Auf der Station wurden jede Stunde Relingslogbeobachtungen ausgeführt. Tabelle 3 enthält den bereits in N- und E- Komponente zerlegten Oberflächenstrom.

TABELLE 3. Schiffskurs, Wetter und Oberflächenstrom.

Datum	Ortszeit 117,5 E	mittl. Gr. Zeit	Seit ob. Meridiandurchgang des ☾ im Ort in ☾ St.	Kurs d. Schiffes	Tiefe in m	Az. Anker	Dynamometer	Wind Richtung	Wind Stärke in m/sec	Oberfl. Strom Richtung	Oberfl. Strom Stärke in cm/sec	N + S — cm/sec.	E + W — cm/sec	Winkel Trosse	Bemerkungen
8.8.29.	19 h	$11.^{10}$	4.4	NWzN	2270 m	0	1400	SW	4 2/3	S	51.4	—51	0		Oberflächenstrom geschätzt Aussenbord.
	20 h	$12.^{10}$	5.3	NWzN	2255 m	0	600	SW	5 1/4	S	46.3	—46	0		
	21 h	$13.^{10}$	6.3	NNW	2205 m	0	—	SW	5	S	51.4	—51	0		
	22 h	$14.^{10}$	7.3	NW	2235 m	0	—	SW	5 3/4	S	25.7	—25	0		
	23 h	$15.^{10}$	8.3	WNW	2235 m	0	—	S	5	SE	25.7	—18	+18		

Datum	Ortszeit 117,5 E	mittl. Gr. Zeit	Seit ob. Meridian-durchgang des ☾ im Ort in ☾ St.	Kurs d. Schiffes	Tiefe in m	Az. Anker	Dynamo-meter	Wind		Oberfl. Strom.				Winkel Trosse	Bemerkungen
								Richtung	Stärke in m/sec	Richtung	Stärke in cm/sec	N + S — cm/sec.	E + W — cm/sec		
9.8.29.	0 h	16.^{10}	9.2	NW	2300 m	0	1400	SW	3	SSE	66.9	—61	+25		
	1 h	17.^{10}	10.2	WzN	2350 m	SSO	1300	SW	3	SE	30.9	—22	+22		
	2 h	18.^{10}	11.2	WzN	2350 m	0	—	SSW	4	SzE	46.3	—45	+ 9		
	3 h	19.^{10}	12.1	WNW	2360 m	0	—	SSW	3	SE	25.7	—18	+18		
	4 h	20.^{10}	13.1	WNW	2250 m	0	—	WSW	4	SE	25.7	—18	+18		
	5 h	21.^{10}	14.1	NWzW	2280 m	0	—	S	3	SSE	25.7	—23	+ 9		
	6 h	22.^{10}	15.0	NWzW	2260 m	0	—	SW	3	S	25.7	—25	0		
	7 h	23.^{10}	16.0	NWzW	2240 m	0	—	SWzW	$3\frac{2}{3}$	SSE	46.3	—43	+17		
	8 h	0.^{10}	17.0	NW	2220 m	0	—	SSW	$4\frac{2}{3}$	SSE	46.3	—43	+17		
	9 h	1.^{10}	17.9	NW	2235 m	0	—	SSW	$4\frac{1}{2}$	SSE	25.7	—23	+ 9		
	10 h	2.^{10}	18.9	WNW	2235 m	0	1400	SSW	4	SSE	25.7	—23	+ 9		
	11 h	3.^{10}	19.9	WNW	2235 m	0	1300	SSW	6	ESE	15.4	— 6	+14	0°	
	12 h	4.^{10}	20.8	WzN	2240 m	0	1325	SSW	3	SSE	20.6	—19	+ 8	0°	
	13 h	5.^{10}	21.8	WzN	2270 m	SW	1400	SSW	3	SE	10.3	— 7	+ 7	2°	
	14 h	6.^{10}	22.8	WzN	2270 m	SW	1400	SWzW	3	S	5.1	— 5	0	2°	
	15 h	7.^{10}	23.7	WzN	2240 m	SW	1500	SSW	3	SE	30.9	—22	+22	1°	
	16 h	8.^{10}	0.7	WNW	2295 m	BB 8 Str.	1500	SSW	6	SEzS	46.3	—38	+26	4°	
	17 h	9.^{10}	1.7	WNW	2220 m	BB 8 Str.	1500	SSW	$5\frac{1}{3}$	SSE	51.4	—47	+19	3°	
	18 h	10.^{10}	2.6	WNW	2295 m	—	—	SSW	6	SE	56.6	—40	+40		
	19 h	11.^{10}	3.6	WNW	2295 m	BB 8 Str.	1500	SWzS	7	SE	61.7	—43,6	+43.6	5°	
	20 h	12.^{10}	4.6	WNW	2245 m	0	1500	SSW	7	ESE	61.7	—24	+56	3°	
	21 h	13.^{10}	5.5	NW	2235 m	0	1500	SSW	$6\frac{1}{2}$	SE	61.7	—44	+44		
	22 h	14.^{10}	6.5	NW	—	SB8	1550	SSE	5	SE	72.0	—50	+50	5°	
	23 h	15.^{10}	7.5	NW	—	0	>1500	S	5	S	46.3	—46	0		
10.8.29.	0 h	16.^{10}	8.5	NWzW	—	NW	1550	S	$4\frac{1}{2}$	SE	51.4	—36	+36		Zurückgefah-
	1 h	17.^{10}	9.5	WzN	2275 m	0	1500	S	5,2	SE	41.2	—29	+29	0°	ren bis ungef.
	2 h	18.^{10}	10.4	WzN	2290 m	S	1350	S	6,1	SE	25.7	—18	+18	1°—2°	3°.
	3 h	19.^{10}	11.4	WzN	2250 m	S	1400	S	6,3	SE	20.6	—14	+14	2°	
	4 h	20.^{10}	12.4	WzN	2290 m	BB4	1400	S	6,6	S	20.6	—21	0	2°	
	5 h	21.^{10}	13.3	WzN	2285 m	0	1300	SzE	6,5	S	20.6	—21	0	0°	
	6 h	22.^{10}	14.3	W$\frac{1}{2}$N	2270 m										
	7 h	23.^{10}	15.3	W$\frac{1}{4}$N	2270 m	0	1400	SSE	6,9	SSE	20.6	—19	+ 8	0°	
	8 h	0.^{10}	16.2	W	2220 m	0	1450	S	4,5	ESE	30.9	—12	+29	0°	
	9 h	1^{10}.	17.2	WNW	—	0	1450	S	4,0	SE	30.9	—22	+22	0°	
	10 h	2.^{10}	18.2	WNW	—	0	1450	SSW	5,0	SE	30.9	—22	+22	0°	
	11 h	3.^{10}	19.1	WNW	—	0	1400	S	5,5	WNW	20.6	+ 8	—18	0°	
	12 h	4.^{10}	20.1	WzN	2195 m	SW	1400	S	5,9	S	25.7	—26	0	2°	geschätzt
	13 h	5.^{10}	21.1	WzN	2170 m	SW	1550	NzW	6,8	E	25.7	0	+26	8°	
	14 h	6.^{10}	22.0	WzS	2220 m	WzS	1600	WzS	6,5	E	15.4	0	+15	6°	
	15 h	7.^{10}	23.0	W	2180 m	WzS	1650	WzS	5,6	ESE	30.9	—12	+29	6°	
	16 h	8.^{10}	0.0	WzN	2195 m	BB 2 Str.	1600	SWzW	6,1	ESE	51.4	—20	+47	8°	
	17 h	9.^{10}	1.0	WNW	2275 m	BB 4 Str.	1600	SSW	5	ESE	41.2	—16	+38	10°	
	18 h	10.^{10}	1.9	WzN	2275 m	BB 1 Str.	1500	WSW	5	SE	30.9	—22	+22	3°	
	19 h	11.^{10}	2.9	WzN	2275 m	0	1500	SSW	5	SE	10.3	— 7	+ 7	0°	
	20 h	12.^{10}	3.8	NW	2235 m	0	1400	SWzS	$3\frac{1}{2}$	SSE	30.9	—29	+12	0°	
	21 h	13.^{10}	4.8	NNW	2245 m	0	1450	SWzS	$2\frac{1}{2}$	SzE	46.3	—45	+ 9	0°	
	22 h	14.^{10}	5.8	NNW	2235 m	0	1500	SSW	5	SSE	46.3	—43	+17	0°	
	23 h	15.^{10}	6.7	NW	2250 m	0	1500	SSW	5	SSE	36.0	—33	+14	0°	
11.8.29	0 h	16.^{10}	7.7	WNW	2170 m	WzN	1550	S	$6\frac{1}{2}$	SSE	51.4	—47	+19	2°	
	1 h	17.^{10}	8.7	WzN	—	SW	1400	S	6,5	SE	30.9	—22	+22	2°—3°	
	2 h	18.^{10}	9.7	W	—	W	1400	S	4,8	ESE	25.7	—10	+23	2°	
	3 h	19.^{10}	10.7	WzN	—	W	1450	S	5,2	ESE	36.0	—14	+33	2°	
	4 h	20.^{10}	11.7	WzN	—	0	1500	S	$5\frac{1}{3}$	ESE	51.4	—20	+47	3°	
	5 h	21.^{10}	12.6	WzN	—	BB 1 Str.	1500	SSW	$5\frac{2}{3}$	SSE	30.9	—29	+12	2°	
	6 h	22.^{10}	13.6	WzN	—	BB 1 Str.	1400	SSW	$4\frac{2}{3}$	SSE	25.7	—23	+ 9	2°	
	7 h	23.^{10}	14.6	WzN	—	0	1400	W	3	ESE	10.3	— 4	+ 9	4°	

Abbildung 3 gibt die graphische Darstellung dieser Werte. Nachdem jede ganztägige Periode gesondert harmonisch analysiert war, wurden die Werte für jede Mondstunde aus den 2 Perioden gemittelt und diese Mittelwerte analysiert. Das Ergebnis ist in Tabelle 4 zu finden.

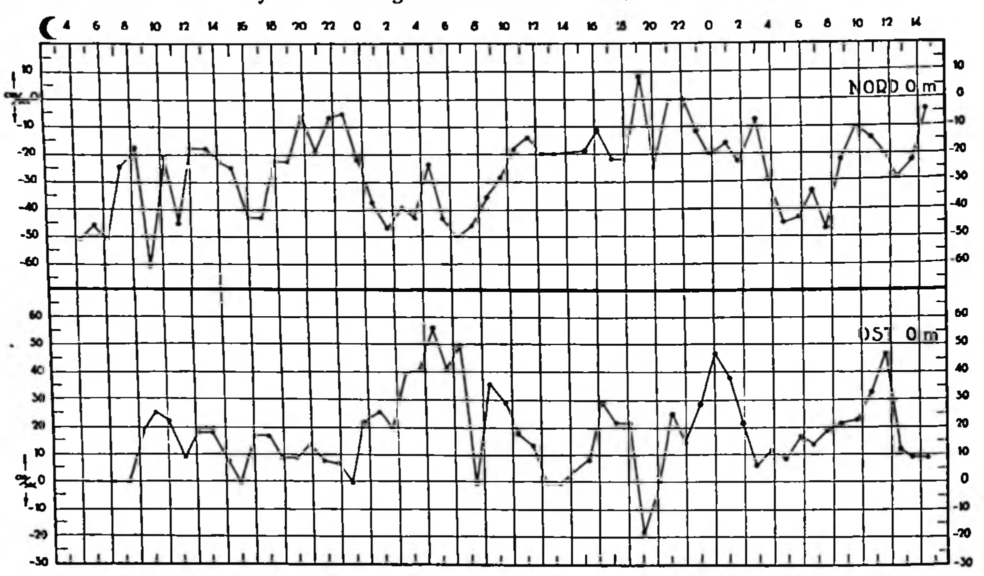


Abb. 3. Nord- und Ostkomponenten des Oberflächenstromes auf Ankerstation 39*a*.

TABELLE 4. Analyse-Ergebnis der Strombeobachtungen der Oberfläche auf Ankerstation 39*a*.

	Reststrom	24-stündige Welle		12-stündige Welle	
		Amplitude in cm/sec.	Phase in Mondstunden	Amplitude cm/sec.	Phase in Mondstunden
		N-Komponente			
1. Periode	— 28.7	9.4	18.1	10.75	10.4
2. Periode	— 19.6	10.2	18.6	9.0	10.7
1. + 2. Periode	— 24.1	9.2	18.7	9.5	10.7
		E-Komponente			
1. Periode	+ 20.7	15.0	5.3	7.7	4.6
2. Periode	+ 15.8	6.8	1.8	5.2	11.5
1. + 2. Periode	+ 18.2	8.6	4.1	2.0	3.3

Sowohl bei der ganztägigen als auch bei der halbtägigen Wellen der N- Komponente sind die Phasenwerte für beide Perioden fast gleich. Dagegen zeigt die zweite Periode der E-Komponente grosse Unterschiede mit den Phasenwerten der ersten Periode für beide Wellen. Die aus den Werten der harmonischen Analyse berechnete Kurve deckt sich nur unvollkommen mit der beobachteten. Die Vermutung liegt nahe, dass noch eine Welle mit anderer Periode vorhanden sein muss. Deshalb wurde versucht, die Restwerte, die man, wenn man von den Originalwerten die entsprechenden Werte nach den Gezeitenwellen subtrahiert, erhält, näher auf periodische Glieder hin zu untersuchen. Die Analyse dieser Restwerte (Tabelle 5) gestattet, für die E-Komponente eine 4.5-stündige Welle mit grosser Amplitude festzustellen.

TABELLE 5. Restwelle der Ostkomponente des Oberflächenstromes.

Extreme	Eintrittszeit nach der Kurve in Mondstunden [1]	Zeitunterschied zwischen Min. — Min. Max. — Max.	Wert	Schwankung
Min.	11.0	—	— 3	9
Max.	12.5	4	+ 6	19
Min.	15.0	4	— 13	16
Max.	16.5	3.5	+ 3	6
Min.	18.5	4	— 3	8
Max.	20.5	4	+ 5	12
Min.	22.5	4	— 7	12
Max.	0.5	3.5	+ 5	11
Min.	2.0	4	— 6	12
Max.	4.5	5.5	+ 6	18
Min.	7.5	5	— 12	20
Max.	9.5	5	+ 8	20
Min.	12.5	7.5	— 12	29
Max.	17.0	6.5	+ 17	44
Min.	19.0	4	— 27	31
Max.	21.0	3	+ 4	12
Min.	22.0	3	— 8	28
Max.	0.0	4.5	+ 20	34
Min.	2.5	—	— 14	
	Phase 2.0	Periode 4.5		Schwankung 18.6 Amplitude 9.3

$$9.3 \cos \frac{2\pi}{4.5} (t - 2.0)$$

Restwelle der Nordkomponente des Oberflächenstromes.

Extreme	Eintrittszeit	Zeitunterschied	Wert	Schwankung
Max.	14.0	—	+ 6	19
Min.	16.5	7.0	— 13	19
Max.	21.0	8.5	+ 6	18
Min.	1.0	7.5	— 12	28
Max.	4.5	7.0	+ 16	24
Min.	8.0	6.5	— 8	13
Max.	11.0	—	+ 5	
	Phase 6.4	Periode 7.3		Amplitude 10

$$\text{N 1e Periode} = 10 \cos \frac{2\pi}{7.3} (t - 6.4)$$

Extreme	Eintrittszeit	Zeitunterschied	Wert	Schwankung
Max.	11.0 [2]	—	+ 5	10
Min.	13.0	5	— 5	12
Max.	16.0	6	+ 7	13
Min.	19.0	5.5	— 6	10
Max.	21.5	4.5	+ 4	13
Min.	23.5	5.5	— 9	30
Max.	3.0	6.5	+ 21	30
Min.	6.0	—	— 9	
	Phase 5.1	Periode 5.5		Amplitude 8.5

$$\text{N 2e Periode} = 8.5 \cos \frac{2\pi}{5.5} (t - 5.1)$$

[1] Bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 8. August 1929 um 6.11.
[2] Dasselbe um 7h 38 des 9. August 1929.

Für die N-Komponente möchte ich eine Teilung in zwei Perioden vornehmen. Für die erste Periode findet man eine 7.3-stündige Welle, für die zweite eine 5.5-stündige Welle. Zusammengefasst ergibt sich als Ergebnis der Analyse des Oberflächenstromes folgendes:

$$N = -24.1 + 9.2 \cos\frac{2\pi}{24}(t - 18.7) + 9.5 \cos\frac{2\pi}{12}(t - 10.7) + \begin{cases} 10.0 \cos\frac{2\pi}{7.3}(t - 6.4) & \text{1. Per.} \\ 8.5 \cos\frac{2\pi}{5.5}(t - 5.1) & \text{2. Per.} \end{cases}$$

$$E = +18.2 + 8.6 \cos\frac{2\pi}{24}(t - 4.1) + 2.0 \cos\frac{2\pi}{12}(t - 3.3) + 9.3 \cos\frac{2\pi}{4.5}(t - 2.0)$$

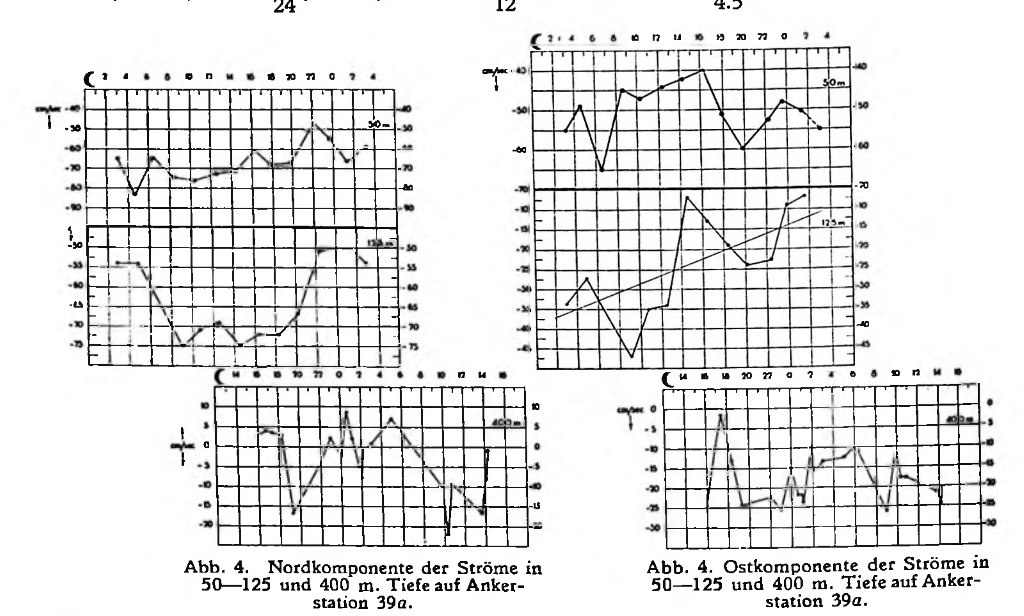


Abb. 4. Nordkomponente der Ströme in 50—125 und 400 m. Tiefe auf Ankerstation 39*a*.

Abb. 4. Ostkomponente der Ströme in 50—125 und 400 m. Tiefe auf Ankerstation 39*a*.

Strom in 50 und 125 M. — In den Tiefen von 50 und 125 m wurden die Strombeobachtungen mit dem Ekman-Merz Strommesser, in 400 m Tiefe mit dem Ekman-Repetier Strommesser ausge-

TABELLE 6. Strommessungen in 50 und 125 m. Tiefe auf Ankerstation 39*a*.

Datum 1929	Zeit 117°5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Monddurchgang im Ort. ☾Std.	Strom Richtung rw	Strom Stärke cm/sec	Stromkomponente N + S — cm/sec	Stromkomponente E + W — cm/sec
				50 Meter			
9. VIII.	18.07	10.17	3.1	220	85	— 65	— 55
	20.01	12.11	4.6	210	97	— 84	— 49
	21.59	14.09	6.5	225	92	— 65	— 65
10. VIII.	0.06	16.16	8.6	211	88	— 75	— 45
	1.54	18.04	10.3	212	89	— 76	— 47
	3.55	20.05	12.3	211	85	— 73	— 44
	5.56	22.06	14.2	210	83	— 72	— 42
	7.56	0.06	16.2	213	73	— 61	— 40
	9.44	1.54	17.9	217	85	— 68	— 51
	11.46	3.56	19.9	222	90	— 67	— 60
	14.03	6.13	22.1	229	70	— 46	— 53
	15.31	7.41	23.5	222	72	— 54	— 48
	17.16	9.26	1.2	217	83	— 66	— 50

Datum 1929	Zeit 117°5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Monddurchgang im Ort, ☾Std.	Strom Richtung rw	Strom Stärke cm/sec	Stromkomponente N + S — cm/sec	Stromkomponente E + W — cm/sec
				125 Meter			
9.VIII.	18.28	10.38	2.9	212	64	—54	—34
	20.21	12.31	4.9	207	60	—54	—27
10.VIII.	0.27	16.37	9.0	212	88	—75	—47
	2.12	18.22	10.65	206	79	—71	—35
	4.14	20.24	12.6	206	77	—69	—34
	6.14	22.24	14.5	185	75	—75	— 7
	8.10	0.20	16.4	190	73	—72	—13
	10.10	2.20	18.3	195	75	—72	—19
	12.01	4.11	20.1	200	71	—67	—24
	14.18	6.28	22.3	204	56	—51	—23
	15.46	7.56	23.8	190	51	—50	— 9
	17.28	9.38	1.2	188	50	—50	— 7

TABELLE 6. Strommessungen mit dem Ekman-Repetier Strommesser in 400 m.

Datum 1929	Ortszeit 117.5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Mond-durchg. i. Ort in ☾Std.	Richtung rw	Stärke cm/sec	Mittel Richtung	Mittel Stärke cm/sec	Stromkomponente N + S — cm/sec	Stromkomponente E + W — cm/sec	Mittel N + S — cm/sec	Mittel E + W — cm/sec
9.8.	21.14	13.24	5.8	39	14.8			+ 11.5	+ 9.2		
	22.14	14.24	6.7	286	76.4			(+ 21.0	— 73.5)		
10.8.	7.37	23.47	15.9	276	24.6			+ 2.6	— 24.5		
	8.37	0.47	16.8	292	10.4			+ 3.9	— 9.7		
	9.13	1.23	17.4	337	3.8			+ 3.5	— 1.5		
	10.07	2.17	18.3	282	13.4			+ 2.8	— 13.1		
	11.08	3.18	19.3	235	29.5			— 16.9	— 24.2		
	13.56	6.06	22.0	259	22.7			— 4.3	— 22.3		
	14.58	7.08	23.0	275	25.5			+ 2.3	— 25.4		
	16.00	8.10	0.0	267	17.7	262	15.1	— 0.9	— 17.7	— 2.3	— 15.1
	16.10	8.20	0.1	252	12.5			— 3.8	— 11.9		
	16.15	8.25	0.2	272	16.3			+ 0.6	— 16.3		
	16.20	8.30	0.3	282	18.3	279	18.4	+ 3.8	— 17.9	+ 2.9	— 18.2
	16.25	8.35	0.4	282	20.3			+ 4.3	— 19.9		
	16.30	8.40	0.5	292	23.0			+ 8.6	— 21.3		
	16.35	8.45	0.6	292	24.3	292	23.4	+ 9.1	— 22.6	+ 8.8	— 21.7
	16.40	8.50	0.6	292	22.6			+ 8.4	— 20.9		
	16.45	8.55	0.7	292	23.7			+ 8.9	— 22.0		
	16.50	9.00	0.8	282	24.6			+ 5.1	— 24.1		
	16.55	9.05	0.9	282	21.6	279	22.3	+ 4.5	— 21.1	+ 3.5	— 22.0
	17.00	9.10	1.0	272	20.7			+ 0.7	— 20.7		
	17.05	9.15	1.0	262	21.4			— 3.0	— 21.2		
	17.10	9.20	1.1	272	22.3	275	23.8	+ 0.8	— 22.3	+ 2.1	— 23.7
	17.15	9.25	1.2	282	18.4			+ 3.8	— 18.0		
	17.20	9.30	1.3	282	13.1			+ 2.7	— 12.8		
	17.55	10.05	1.8	232	12.9			— 7.9	— 10.1		
	18.00	10.10	1.9	232	13.6	232	12.9	— 8.4	— 10.7	— 7.9	— 10.1
	18.05	10.15	2.0	232	12.2			— 7.5	— 9.6		

Datum 1929	Ortszeit 117.5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Mond-durchg. i Ort. in ☾ Std.	Richtung rw	Stärke cm/sec	Mittel Richtung	Mittel Stärke cm/sec	Stromkomponente N + S — cm/sec	Stromkomponente E + W — cm/sec	Mittel N + S — cm/sec	Mittel E + W — cm/sec
	18.10	10.20	2.1	262	10.8			— 1.5	— 10.7		
	18.15	10.25	2.1	262	14.5			— 2.0	— 14.4		
	18.20	10.30	2.2	262	18.6	266	15.8	— 2.6	— 18.4	— 1.1	— 15.8
	18.25	10.35	2.3	272	19.8			+ 0.7	— 19.8		
	18.30	10.40	2.4	272	15.4			+ 0.5	— 15.4		
10.8.	19.07	11.17	3.0	272	13.5			+ 0.5	— 13.5		
	21.12	13.22	5.0	299	14.5			+ 7.0	— 12.6		
	22.05	14.15	5.8	272	9.4			+ 0.3	— 9.4		
	22.15	14.25	6.0	282	9.0	287	10.7	+ 1.9	— 8.8	+ 3.1	— 10.2
	22.30	14.40	6.2	292	14.3			+ 5.3	— 13.3		
	22.35	14.45	6.3	302	9.9			+ 5.2	— 8.4		
11.8.	1.07	17.17	8.9	235	32.0			— 18.4	— 26.2		
	2.05	18.15	9.8	232	11.7	229	15.6	— 7.2	— 9.3	— 10.2	— 11.8
	2.15	18.25	10.0	222	19.6			— 14.6	— 13.1		
	2.30	18.40	10.2	212	25.8			— 21.8	— 13.7		
	2.35	18.45	10.3	212	28.8	219	28.3	— 24.4	— 15.3	— 22.0	— 17.8
	2.45	18.55	10.45	232	30.4			— 18.7	— 23.9		
	3.00	19.10	10.7	242	23.7			— 11.2	— 20.7		
	3.05	19.15	10.8	252	18.2	242	20.2	— 5.7	— 17.3	— 9.5	— 17.9
	3.15	19.25	10.95	232	18.6			— 11.5	— 14.7		
	5.50	22.00	13.4	222	26.0			— 19.3	— 17.4		
	5.58	22.08	13.6	242	26.2	227	26.1	— 12.3	— 23.1	— 17.8	— 19.1
	6.03	22.13	13.7	222	26.2			— 19.5	— 17.5		
	6.08	22.18	13.75	222	30.4			— 22.6	— 20.3		
	6.13	22.23	13.8	232	28.1	237	28.7	— 17.3	— 22.2	— 15.6	— 24.1
	6.18	22.28	13.9	242	28.3			— 13.3	— 25.0		
	6.23	22.33	13.95	252	28.1			— 8.7	— 26.7		
	6.28	22.38	14.0	252	25.8			— 7.9	— 24.5		
	6.33	22.43	14.1	252	26.7	252	25.8	— 8.2	— 25.4	— 7.9	— 24.5
	6.38	22.48	14.2	252	25.3			— 7.8	— 24.1		
	6.43	22.53	14.3	252	25.3			— 7.8	— 24.1		
	6.48	22.58	14.35	262	23.2	267	20.6	— 3.2	— 23.0	— 1.1	— 20.6
	6.53	23.03	14.4	272	18.0			+ 0.6	— 18.0		
							1900 m Tiefe				
10.8.	12.21	4.31	20.45	221	21.3			— 16.0	— 14.0		
	20.12	12.22	4.0	34	19.6			+ 16.3	+ 11.0		
11.8.	4.30	20.40	12.1	50	4.2			+ 3.3	+ 2.7		

führt. In 50 und 125 m Tiefe fanden die Messungen in etwa zweistündigem Intervall, von ungefähr 18 h des 9. August bis 17.30 des 10. August statt. In 400 m Tiefe wurde von 7.37 des 10. August bis 6.53 des 11. August 1929 der Strom gemessen. Wurden im Anfang stündliche Messungen von 10 Minuten Dauer ausgeführt, so dauerten die späteren Messungen 20 Minuten bis zu einer Stunde. Die Messungsergebnisse dieser Tiefen enthält Tabelle 6.

Die graphische Darstellung der N- und E-Komponente sämtlicher Tiefen ist in Abbildung 4 enthalten. Leider erstreckten sich die Beobachtungen in diesen Tiefen nicht auf die vollen 24 Mondstunden. Um diesem Hindernis bei der harmonischen Analyse für die Mittlung der ganztägigen

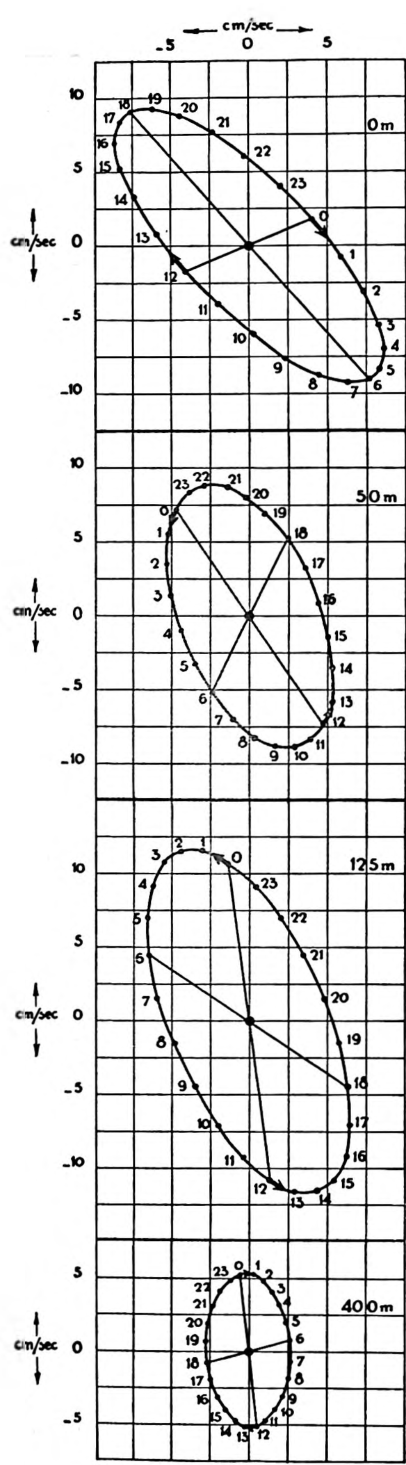


Abb. 5*a*. Stromfiguren der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 39*a*.

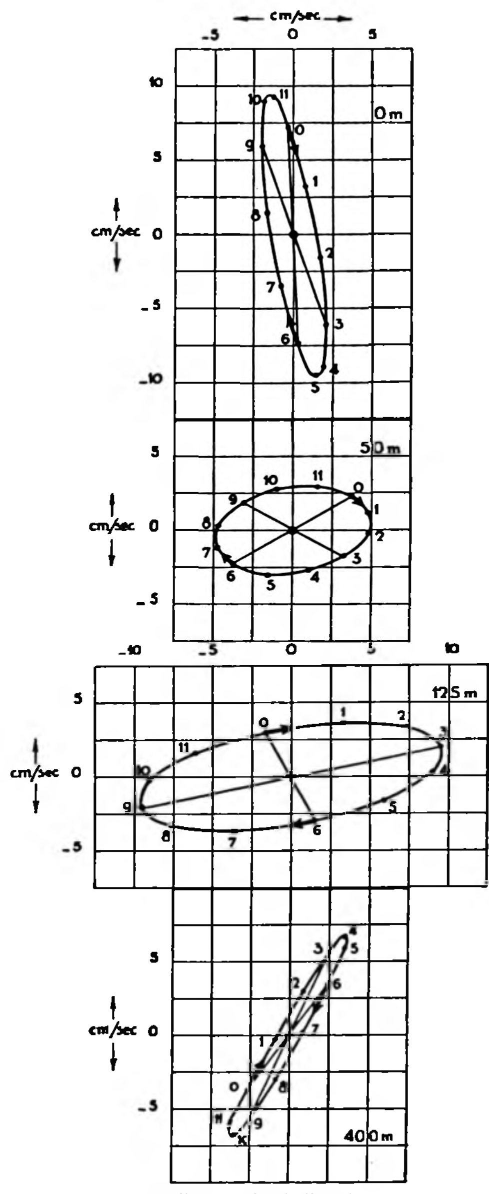


Abb. 5*b*. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 39*a*.

Gezeit aus dem Wege zu gehen, ist der erste Beobachtungswert am Ende wiederholt worden, also in der Annahme, dass nach 24 Stunden die Strom-Komponente wieder den gleichen Wert erreicht. Obwohl diese Extrapolation der Wirklichkeit nicht völlig entspricht, ist sie aber zur Berechnung der ganztägigen Welle notwendig. Tabelle 7 enthält die Ergebnisse der harmonischen Analyse.

TABELLE 7. Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse der Strombeobachtungen auf Ankerstation 39*a*.

	Tiefe in m	Reststrom	Ganztäg. Welle		12-stündg. Welle		5,6-stündg. Welle [1]	
			Amplit. cm/sec	Phase Mond-stunden	Amplit. cm/sec	Phase Mond-stunden	Amplit. cm/sec	Phase Mond-stunden
N	0 [2]	— 23.3	15.6	18.5	8.15	10.5		
	0 [3]	— 24.1	9.2	18.7	9.5	10.7		
	50	— 67.0	8.9	21.6	2.9	10.8	3.2	0.5
	125	— 64.0	11.7	1.5	3.6	1.1	2.3	1.8
	400	— 4.1	5.1	0.5	6.7	4.1	3.9	1.3
E	0 [2]	+ 23.0	17.9	3.7	5.1	3.9		
	0 [3]	+ 18.2	8.6	4.1	2.0	3.3		
	50	— 50.0	5.3	13.8	4.95	1.4	4.3	4.7
	125	— 36 + 1.065 t	6.5	17.2	9.6	3.3	4.4	3.5
	400	— 17.8	2.7	6.8	3.6	4.5	2.5	1.3

Um einen Vergleich zwischen Strom-Komponente an der Oberfläche und jener in 50 und 125 m Tiefe zu ermöglichen, sind die N- und E-Komponente des Oberflächenstromes für die gleiche Zeitperiode, während der in diesen beiden Tiefen Strom gemessen wurde, ebenfalls harmonisch analysiert worden. Ferner enthält Tabelle 7 die aus den zwei gantztägigen Perioden berechneten Amplituden und Phasenwerte beider Gezeitenwellen des Oberflächenstromes.

Bei der Betrachtung der Tabelle 7 zeigen die Phasenwerte beider Gezeitenwellen der *N-Komponente* eine Verspätung mit zunehmender Tiefe. Die Amplitude der N-Komponente in 50 m Tiefe der halbtägigen Welle ist auffallend klein.

Bei der *E-Komponente* zeigt sich, dass in auffallender Weise zwischen den Phasenwerten der ganztägigen Gezeit in der Oberfläche einerseits, und in der 50 und 125 m Tiefe andererseits, ein Unterschied von 12.2 Mondstunden besteht; das ist ungefähr eine halbe Periode. Die grössten Amplituden wurden in 125 m Tiefe gefunden.

Auch in diesen Tiefen wurden die Strombeobachtungen auf ein Vorhandensein einer Restwelle geprüft. Tatsächlich wurde eine Restwelle mit einer Periode von 5.6 Mondstunden bei der N- und E-Komponente angetroffen. Die Amplituden und Phasenwerte der Restwelle sind in Tabelle 7 verzeichnet. Die beträchtliche Amplitude dieser Restwelle lässt eine Vernachlässigung derselben nicht zu. Die Phasen dieser Restwelle sind in sämtlichen Tiefen für beide Komponenten fast gleich. Es ist zu beachten, dass diese 5.6-stündige Welle in der Oberfläche während der zweiten 24-stündigen Periode der N-Komponente vorkommt; wie bei der E-Komponente, so finden wir auch bei der ersten ganztägigen Beobachtungsperiode der N-Komponente der Oberfläche eine Restwelle mit anderen Perioden.

In 1900 m Tiefe wurden auch noch einige Strommessungen mit dem Repetierstrommesser vorgenommen (siehe Tabelle 6). Leider sind es nur drei Beobachtungen in 8-stündigem Intervall, die keine Analyse gestatten, aber vielleicht einen Hinweis auf die Stärke des Reststromes geben können.

Stromellipsen. — Abbildung 5 zeigt die Stromfiguren der ganztägigen und der halbtägigen

[1] Sämtliche Phasen der Restwelle sind bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort um 7h Gr. Zeit des 9. August 1929.
[2] Die Werte für 0 m sind für dieselbe Beobachtungszeit berechnet, wie in 50- und 125 m Tiefe.
[3] Mittel aus 2 Perioden.
Für 0 m sind die Werte aus zwei Perioden zu bevorzugen.

Gezeit. Von den 8 Gezeitenellipsen verlaufen 6 contra solem (im Sinne des Uhrzeigers) und 2 cum sole. Die maximalen Gezeitenströme, die Richtung ihrer Hauptachse, sowie ihre Phasen stehen in Tabelle 8.

TABELLE 8. Ganztägige und halbtägige Gezeitenströme auf Ankerstation 39*a*.

Tiefe in m	Hauptrichtung	Maximal Stärke cm/sec	Phase Mondstunden	Verhältnis der kleinen z. grosz. Achse	Umlauf der Stromellipse
			Ganztägige Gezeit		
0	N 42.5 W	11.4	17.4	0.368	contra solem
50	N 20 W	9.3	22.2	0.484	cum sole
125	N 21 W	12.2	2.1	0.417	cum sole
400	N 3 W	5.2	0.4	0.519	contra solem
			Halbtägige Gezeit		
0	N 9 W	9.7	10.6	0.106	contra solem
50	N 80 E	5.0	1.2	0.560	contra solem
125	N 80 E	9.7	3.2	0.330	contra solem
400	N 28 E	7.6	4.6	0.092	contra solem

Bei der ganztägigen Gezeit ist die überherrschende Hauptrichtung NNW. Die grösste Stärke erreicht die ganztägige Gezeit in 125 m Tiefe. Die Phase verspätet sich allmählich mit zunehmender Tiefe. Bei der halbtägigen Gezeit ist die Ellipse des Oberflächenstromes nach N orientiert, in 50 und 125 m dagegen nach E. Auch hier verspätet sich die Phase allmählich mit zunehmender Tiefe. Die Stromellipsen der 50 und 125 m Tiefe beider Gezeitenwellen haben die gleiche Orientierung und lassen die Zusammengehörigkeit beider Schichten vermuten. Die Phasenverspätung zwischen 50 und 125 m Tiefe beträgt für beide Gezeitenwellen $^1/_6$ Periode, auch der Umlaufsinn beider Ellipsen ist für diese Tiefen immer gleich.

Reststrom. — Abbildung 6 enthält die graphische Darstellung der Restströme; deren Werte sind in Tabelle 9 verzeichnet.

TABELLE 9. Reststrom.

Tiefe in m	N	E	Resultante	
			Richtung rw	Stärke cm/sec
0	—24	+ 18	S 37 E	30
50	—67	—50	S 37 W	84
125	—63	—23	S 20 W	67
400	— 4.1	—17.8	S 77 W	18
1900	+ 1.2	— 0.1	N 4 W	1.2

Die mittlere Windrichtung während der Messungsdauer war S 23° W. Der Reststrom an der Oberfläche entspricht keinesfalls einem durch Wind erzeugten Strom. Nach Van der Stok herrscht im August eine SSW Monsun, und bei diesem Winde wurde ein durchschnittlich nach Süden gerichteter Strom beobachtet, welcher eine mittlere Geschwindigkeit von 33 cm/sec. hat. Der Reststrom weist an der Oberfläche eine Ablenkung von 120° contra solem gegen die mittlere Windrichtung auf. In 50 m Tiefe ist der Reststrom um 74° contra solem gegenüber dem Reststrom der Oberfläche gedreht und ist an Stärke ungefähr dreimal so gross wie der Oberflächenreststrom, welcher wahrscheinlich durch den Wind geschwächt wurde. Die Abweichung der Stromrichtung von jener an der Oberfläche ist in 125 m geringer als in der Tiefe von 50 m, indem der Winkel von 74° auf 54° und die Stromstärke ebenfalls um 20 % abnimmt.

In 400 m Tiefe gewinnt die W-Komponente immer mehr an Einfluss, die Stärke lässt sehr nach und beträgt immerhin 60 % des Oberflächenreststromes. In 1900 m Tiefe haben wir einen ganz kleinen Reststrom nach N gerichtet; wahrscheinlich ist dieser Reststrom eine Andeutung eines Kompensationsstromes, der in etwas höheren Schichten bedeutender sein muss.

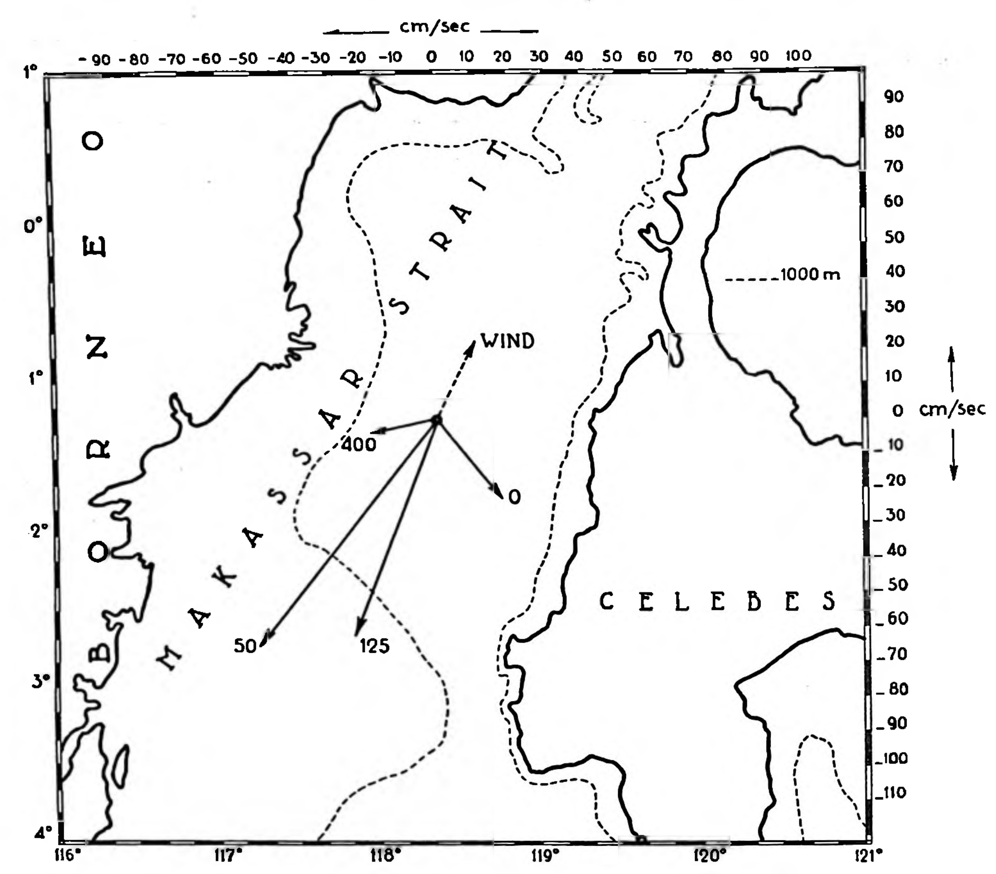


Abb. 6. Restströme und Situationskarte mit Tiefenlinie auf Ankerstation 39.

DIE SERIENMESSUNGEN

Von 18.32 h des 8. Aug. bis 18.02 h des 9. Aug. 1929 wurden insgesamt 13 Serienmessungen bis 500 m Tiefe in zweistündigem Intervall ausgeführt. Sie ergaben die Beobachtungen über Temperatur und Salzgehalt für die Solltiefen 0 — 50 — 100 — 250 und 500 m, ausserdem wurde in den Tiefen 50 — 100 — 150 — 200 und 250 m der Sauerstoffgehalt bestimmt. Der Draht, mittels dessen der Wasserschöpfer befestigt war, wies einen Winkel von 30° bis 47° zum Schiff auf. Zu einer genauen Tiefenbestimmung hat man den druckgeschützten Thermometern in 150 und 250 m Tiefe und seit der fünften Serie in 150- und 500 m ein druckungeschütztes Thermometer mitgegeben. Die Nützlichkeit dieser Tiefenkontrolle trat bei der Reduktion der Beobachtungen hervor. Es gab zwischen Soll- und wahrer Tiefe Unterschiede, die für eine Messung in 500 m Tiefe bis 93 m betrug. Die übliche Reduktion der Beobachtungen von wahrer Tiefe auf Solltiefe, die man bei kleinen Tiefenunterschieden mit Hilfe des Gefälles vornimmt, konnte hier nicht benutzt werden. Für diese Station wurden für jede Serie die Kurven der vertikalen Verteilung der verschiedenen ozeanographischen Ele-

mente gezeichnet, indem die Beobachtungswerte für ihre wahren Tiefen eingetragen wurden; die Werte der Solltiefe wurden dann aus der Kurve abgeleitet.

Um einen besseren Vergleich zwischen den in 125 m und 400 m Tiefe ausgeführten Strombeobachtungen zu erzielen, wurden auch für diese nicht voraus geplanten Solltiefen die Temperatur- und Salzgehaltwerte bestimmt. Sämtliche Temperatur-, Dichte-, Salz- und Sauerstoffgehaltwerte, aus den Kurven jeder Serie abgeleitet, sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

TABELLE 10. Ozeanographische Wiederholungsserien auf Ankerstation 39*a*.
Zeit 117.5 E.L.

	8.8.1929—18.32 h **1.**				8.8.1929 20.14 h **2.**					8.8.29. 22.13 h **3.**				9.8.29 00.00 h **4.**			
Tiefe	t°C	S ‰	σ_t	O_2 cc/L	t°C	S ‰	σ_t	O_2 cc/L		t°C	S ‰	σ_t	O_2 cc/L	t°C	S ‰	σ_t	O_2 cc/L
0	28.4	34.20	21.681	—	28.35	34.18	21.689	—	0	28.23	34.18	21.733	—	28.23	34.16	21.730	—
50	25.77	.61	22.839	4.31	27.46$_5$	.33	22.079	4.54	50	25.9	.55	22.748	(4.31)	27.16$_5$	.33	22.176	4.49
100	21.79$_5$	.72	24.081	3.73	22.35	.67	23.888	3.71	100	22.70	.72	23.826	3.81	22.95	.61	23.681	3.68
125	19.1	.71	24.795	3.74	19.6	.71	24.666	3.63	125	20.7	.72	24.380	3.64	21.9	.72	24.052	3.62
150	16.86	.65	25.297	3.72$_5$	17.32$_5$	.72	25.239	3.63	150	18.70	.66	24.854	3.60	20.65	.72	24.394	3.62
250	11.97	.47	26.203	3.63	11.81$_5$	.50	26.251	(2.84)	250	12.15	.49	26.178	3.21	13.60	.54	25.937	3.21
400	8.55	.47	26.794	—	8.3	.54	26.891	—	400	8.15	.43	26.827	—	9.35	.48	26.671	—
500	7.1	.53	27.058	—	(6.9)	.59	27.129	—	700	7.2	.45$_5$	26.979	—	7.75	.50	26.935	—

	9.8.29 2.13 h **5.**				9.8.29. 4.10 h **6.**					9.8.29 5.49 h **7.**				9.8.29 7.59 h **8.**			
0	28.00	34.14	21.776	—	28.20	34.14	21.710	—	0	28.13	34.20	21.770	—	28.00	34.22	21.822	—
50	26.7	.26	22.277	4.55	26.6	.43	22.439	4.46	50	26.1	.62	22.742	4.49	25.1	.55	22.993	4.11
100	22.6	.45	23.648	3.42	23.0	.61	23.665	3.90	100	22.1	.72	23.997	3.69	21.1	.69	24.244	3.66
125	21.55	.65	24.093	3.31	21.2	.66	24.198	3.76	125	20.2	.72	24.514	3.53	19.5	.71	24.691	3.57
150	20.75	.64	24.306	3.41	19.6	.67	24.633	3.65	150	18.8	.71	24.871	3.55	18.0	.68	25.043	3.55
250	14.45	.47	25.701	3.20	13.9	.50	25.836	3.23	250	13.5	.55	25.962	3.23	13.0	.49	26.022	3.21
400	9.75	.41	26.547	—	9.45	.44	26.626	—	400	9.0	.47	26.724	—	8.8	.42	26.707	—
500	7.9	.46$_5$	26.889	—	7.7	.49	26.932	—	700	7.4	.52	27.005	—	7.3	.48	26.985	—

	9.8.29 10.02 h **9.**				9.8.29 12.02 h **10.**					9.8.29 13.57 h **11.**				9.8.29 16.00 h **12.**			
0	28.25	34.16	21.704	—	28.40	34.20	21.701	—	0	28.57	34.16	21.598	—	28.35	34.16	21.671	—
50	26.7	.50	22.455	4.51	26.91$_5$	.56	22.433	4.52	50	26.80	.23	22.226	4.52	26.3	.45	22.543	4.54
100	22.55	.79	23.925	4.0	21.84$_5$	.72	24.067	3.79	100	22.12$_5$	.47	23.801	3.70	22.0	.49	23.846	3.71
125	20.0	.75	24.592	3.80	19.6	.71	24.666	3.67	125	21.3	.46	24.020	3.65	19.8	.55	24.492	3.64
150	17.8	.69	25.096	3.62	17.6	.67	25.135	3.56	150	20.26	.43	24.281	3.65	18.11	.64	24.989	3.58
250	12.1	.49	26.188	3.02	12.5	.49	26.110	3.05	250	13.28$_5$	.27	25.790	3.15	12.9	.49	26.032	3.13
400	8.6	.48	26.791	—	8.9	.46	26.780	—	400	8.9	.33	26.623	—	—	—	—	—
500	7.2	.54$_5$	27.053	—	7.4	.49$_5$	26.981	—	700	7.3	.40$_5$	26.921	—	—	—	—	

9.8.29 18.02 h **13.**

Tiefe in m	t°C	S ‰	σ_t	O_2 cc/L
0	28.33	34.20	21.704	—
50	26.35	.57	22.620	4.42
100	21.60	.67	24.097	3.66
125	19.55	.70	24.674	3.51
150	17.8	.70	25.115	3.51
250	12.75	.53	26.099	3.1
400	9.1	.49	26.717	—
500	7.6	.53	26.986	—

Der mittlere vertikale Aufbau der 24-stündigen Beobachtungsperiode ist in Abbildung 7 gezeichnet. Die Bestimmungswerte dieser Kurven wurden durch Mitteln der 13 Werte jeder Solltiefe erhalten (Tabelle 11).

TABELLE 11. Mittlerer vertikaler Aufbau auf der Ankerstation 39*a*.

Tiefe	Temperatur	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff
0 m	28.265	34.18	21.716	—
50 m	26.45	34.46	22.505	4.315
100 m	22.21	34.64	23.904	3.73
125 m	20.31	34.67	24.446	3.62
150 m	18.63	34.66	25.071	3.59
250 m	12.92	34.48	26.023	3.12
400 m	8.90	34.45	26.720	—
500 m	7.4	34.50	26.985	—

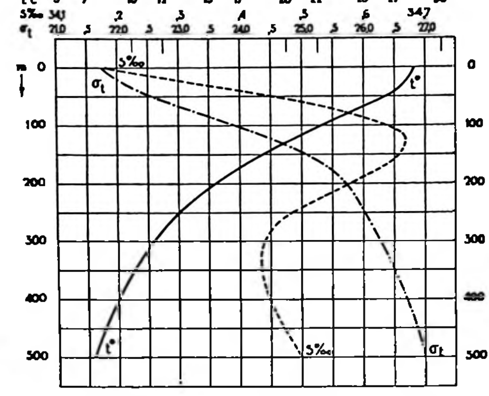


Abb. 7. Mittlere vertikale Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes und der Dichte auf Ankerstation 39*a*.

Die Temperatur nimmt bereits nach einer dünnen Oberflächenschicht stetig bis 500 m Tiefe ab. Der Salzgehalt dagegen zeigt in 125 m Tiefe ein Maximum und fällt danach auf ein Minimum in 325 m Tiefe; dann erfolgt ein kleiner Anstieg. Die Dichte nimmt von der Oberfläche bis 75 m rasch zu; von dort geht aber die Zunahme langsamer vor sich.

TEMPERATUR

Oberfläche. — An der Oberfläche ist ein täglicher Gang bemerkbar, was Abbildung 8 sehr deutlich zeigt.

Untenstehende Tabelle 12 gibt die Abweichungen in 1/100° Celcius von Mittel = 28°, 26.

8-VIII-1929 9-VIII-1929

Zonenzeit 19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
+14	+11	6	0	— 3	— 3	—12	—22*	—19	— 9	—10	—14
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
—20	—26*	—13	0	+ 7	+15	+24	+28	+17	+ 9	+ 8	+ 8

Extreme	Oberfläche °C	Oberfläche Eintrittszeit
Maximum	28°57	13,7
Minimum	28°00	5.1
Schwankung	0°57	
Amplitude	0°285	
Anstieg der Temperatur		8.6
Abfall		15.4

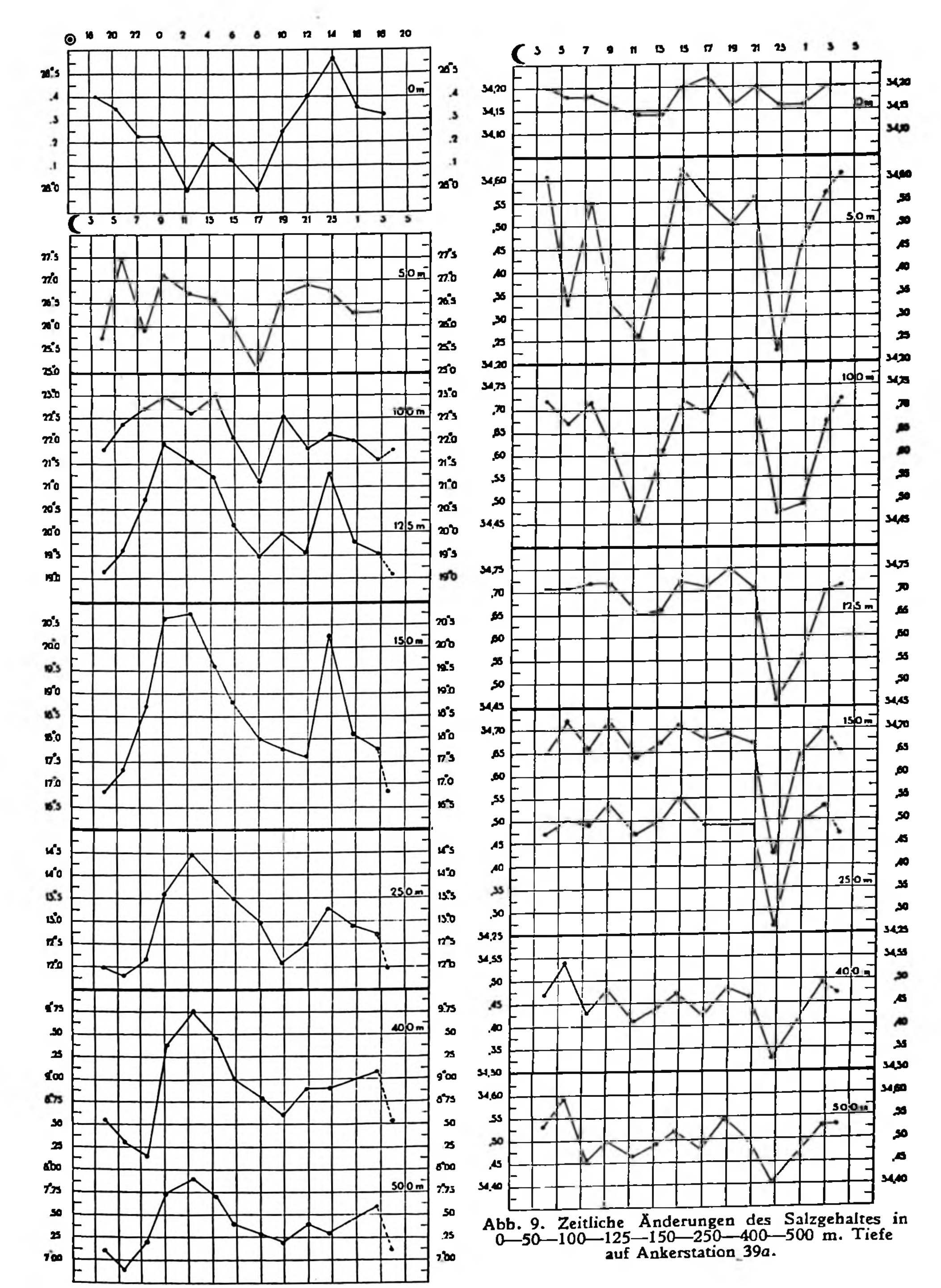


Abb. 8. Zeitliche Änderungen der Temperatur in 0—50—100—125—150—250—400—500 m. Tiefe auf Ankerstation 39*a*.
Masstab in den verschiedenen Tiefen ungleich.

Abb. 9. Zeitliche Änderungen des Salzgehaltes in 0—50—100—125—150—250—400—500 m. Tiefe auf Ankerstation 39*a*.

Die Kurve, Abbildung 8, zeigt um 2.3 h nachts und 8 h morgens zwei gleich starke und deutliche Minima. Als Minimum in der obigen Tabelle habe ich die mittlere Zeit zwischen beiden Minima genommen. Sehr wahrscheinlich lässt sich das Minimum um 8 h zurückführen auf einen Einfluss tieferer Schichten, weil wir in 50—150 m dasselbe Minimum, allerdings viel ausgeprägter, zur selben Stunde zurückfinden (8.0 ☉ = 17.0 ☾). In 250—400 m Tiefe ist es bis 19 h verspätet.

Sonstige Tiefen. — Tabelle 13*a* enthält bei sämtlichen Tiefen die Temperaturwerte, welche den Kurven für die vollen Mondstunden entnommen sind, während zweier Mondperioden. Unter jeder Spalte ist für die betreffende Tiefe die Temperaturschwankung angegeben.

TABELLE 13*a*. Temperaturwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Zeit ☾st	50 m	100 m	125 m	150 m	250 m	400 m	500 m
4	25.80	21.80	19.11*	16.85*	11.95	8.53	7.08
5	26.83	22.15	19.42	17.14	11.85*	8.38	6.95*
6	**27.15**	22.43	19.82	17.60	11.88	8.26	6.96
7	26.35	22.61	20.42	18.32	12.08	8.18*	7.13
8	26.23	22.78	21.08	19.27	12.65	8.55	7.37
9	27.02	**22.93**	**21.84**	20.52	13.55	9.31	7.71
10	26.97	22.82	21.75	20.68	13.94	9.52	7.80
11	26.55	22.67	21.60	**20.72**	**14.33**	**9.69**	**7.87**
12	26.68	22.73	21.43	20.35	14.27	9.65	7.83
13	26.62	22.93	21.25	19.75	13.97	9.50	7.73
14	26.38	22.56	20.75	19.22	13.70	9.23	7.55
15	26.00	22.00	20.15	18.73	13.45	8.98	7.38
16	25.52	21.52	19.82	18.36	13.22	8.90	7.34
17	25.10*	21.10*	19.50	18.00	12.98	8.80	7.29
18	25.90	21.58	19.75	17.89	12.51	8.70	7.25
19	26.70	22.50	19.98	17.79	12.12	8.62	7.21
20	26.57	22.15	19.77	17.69	12.32	8.77	7.31
21	26.90	21.85	19.71	17.75	12.56	8.90	7.38
22	26.84	22.03	20.64	19.20	13.00	8.90	7.34
23	26.70	22.10	21.04	19.98	13.20	8.92	7.32
0	26.47	22.04	20.31	18.88	13.03	8.97	7.40
1	26.30	21.94	19.76	18.05	12.88	9.02	7.47
2	26.33	21.72	19.64	17.90	12.79	9.07	7.54
3	26.30	21.65	19.42	17.00	12.45	8.95	7.45
Schwankung	2.05	1.83	2.73	3.87	2.48	1.51	0.92

TABELLE 13*b*. Salzgehaltwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Zeit ☾st	0 m	50 m	100 m	125 m	150 m	250 m	400 m	500 m
4	34.198	34.585	34.718	34.710	34.652	34.473	34.473	34.535
5	.187	.420	.688	.710	.693	.490	.515	**.570**
6	.180	.375	.680	.712	.708	.498	**.516**	.560
7	.180	.487	.705	.716	.675	.492	.456	.490
8	.173	.432	.682	.720	.677	.505	.448	.470
9	.162	.345	.620	.720	**.716**	.535	.477	.495

Zeit ☾st	0 m	50 m	100 m	125 m	150 m	250 m	400 m	500 m
10	.152	.302	.505	.692	.688	.511	.452	.485
11	.143	.272	.477	.662	.653	.480	.420	.470
12	.140*	.305	.498	.653	.649	.480	.418	.475
13	.140	.395	.582	.658	.616	.495	.435	.485
14	.170	.515	.660	.688	.688	.521	.453	.505
15	.203	**.615**	.720	.719	.707	**.546**	.466	.515
16	.212	.585	.705	.713	.693	.517	.443	.495
17	**.220**	.550	.690	.710	.678	.490	.422	.480
18	.187	.525	.745	.731	.684	.490	.450	.515
19	.160	.500	**.787**	**.747**	.685	.490	.478	.540
20	.181	.532	.752	.726	.676	.490	.469	.515
21	.197	.527	.710	.687	.650	.470	.450	.485
22	.175	.340	.568	.550	.515	.350	.377	.435
23	.160	.265*	.473*	.470*	.463*	.300*	.342*	.415*
0	.160	.370	.482	.517	.567	.415	.382	.445
1	.165	.470	.520	.573	.650	.497	.423	.475
2	.187	.530	.612	.649	.680	.517	.465	.510
3	.200	.580	.685	.702	.685	.515	.485	.530
Schwankung .	0.080	0.350	0.314	0.277	0.253	0.246	0.174	0.155

TABELLE 13c. Dichtewerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Zeit ☾st	0 m	50 m	100 m	125 m	150 m	250 m	400 m	500 m
4	21.680	22.80	24.07	**24.78**	**25.28**	26.20	26.800	27.060
5	.687	.37	23.96	.71	25.25	**26.23**	.860	**27.100**
6	.697	.22*	23.88	.60	25.16	26.23	**.885**	27.097
7	.718	.58	23.84	.44	24.95	26.20	.875	27.020
8	.730	.59	23.78	.27	24.69	26.10	.805	26.965
9	.730	.24	23.70	.06*	24.41	25.94	.680	26.937
10	.750	.22	23.67	.07	24.36	25.84	.620	26.918
11	.770	.26	23.66	.08	24.32*	25.73	.570*	26.896
12	.755	.33	23.65*	.13	24.41	25.74	.575	26.903
13	.718	.41	23.66	.18	24.58	25.81	.615	26.926
14	.735	.58	23.81	.35	24.73	25.89	.675	26.965
15	.775	.77	24.02	.53	24.89	25.96	.720	26.998
16	.797	.88	24.13	.61	24.96	25.99	.715	26.990
17	**.820**	**.99**	**24.24**	.68	25.04	26.02	.710	26.983
18	.755	.71	24.08	.63	25.07	26.11	.750	27.017
19	.705	.46	23.93	.59	25.09	26.18	.790	27.040
20	.702	.44	24.01	.63	25.11	26.14	.755	27.006
21	.696	.41	24.05	.60	25.13	26.08	.725	26.970
22	.640	.30	23.90	.23	24.63	25.90	.655	26.940
23	.610*	.26	23.80	.12	24.36	25.83	.625	26.922
0	.645	.42	23.83	.34	24.73	25.95	.650	26.938
1	.673	.55	23.88	.52	25.01	26.04	.680	26.955
2	.691	.59	24.02	.61	25.07	26.08	.705	26.970
3	.700	.67	24.10	.70	25.16	26.13	.740	27.000
Schwankung .	0.210	0.77	0.59	0.72	0.96	0.50	0.315	0.204

TABELLE 13*d*. Sauerstoffgehaltwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Zeit ☾st	50 m	100 m	125 m	150 m	250 m
4	4.320	3.730	3.730	**3.720**	3.020
5	.455	.715	.660	.665	2.902*
6	.492	.730	.630	.624	2.916
7	.373	.780	.637	.608	3.111
8	.365	.770	.632	.606	3.210
9	.475	.680	.620	.618	3.209
10	.514	.570	.500	.535	3.205
11	**.540**	.460*	.370*	.445*	3.201
12	.520	.580	.450	.480	3.209
13	.472	.815	.685	.605	3.225
14	.473	.800	.650	.604	**3.230**
15	.406	.685	.535	.550	3.229
16	.270	.670	.550	.550	3.220
17	.110*	.660	.570	.551	3.210
18	.315	.835	.692	.587	3.106
19	.510	**.990**	**.790**	.616	3.023
20	.515	.880	.725	.586	3.037
21	.520	.785	.670	.566	3.055
22	.520	.730	.655	.615	3.112
23	.524	.700	.649	.638	3.147
0	.534	.705	.643	.602	3.137
1	.520	.700	.615	.564	3.125
2	.460	.675	.550	.528	3.110
3	.393	.680	.575	.570	3.082
Schwankung	0.430	0.530	0.420	0.275	0.328

Hieraus ist sofort ersichtlich, dass die grösste Schwankung in 150 m Tiefe vorhanden ist, sodass wir zuversichtlich die Sprungschicht in dieser Tiefe annehmen dürfen.

Der Temperaturverlauf für die Tiefen 50—100—125—150—250—400 und 500 m ist in Abbildung 8 gegeben. Sämtliche Kurven haben den gleichen Verlauf. Wir finden nämlich in den Tiefen von 50—100 und 150 m ein Maximum um 9 h, welches mit zunehmender Tiefe sich bis 11.4 h Mondzeit verspätet. Ausserdem weisen alle Kurven das bereits erwähnte Minimum um 17 h auf.

Die Amplituden- und Phasenwerte, welche die harmonische Analyse ergeben hat, sind in Tabelle 14 verzeichnet.

Die Amplitude der *ganztägigen* Welle wächst bis in 150 m Tiefe, wo das Maximum erreicht wird, wonach ein regelmässiges Abflauen stattfindet. Die Phase verspätet sich allmählich bei zunehmender Tiefe.

Die Amplitude der *halbtägigen* Welle, welche überall grösser ist als diejenige der ganztägigen Welle, ausgenommen in 100 m Tiefe, erreicht ebenfalls ihr Maximum in 150 m. Die Phase zeigt wohl die sehr einheitliche Beeinflussung der ganzen Schicht.

Die Phasen der tieferen Schichten sind nur um 2 Mondstunden verspätet gegenüber denjenigen der Oberfläche. Bei der guten Übereinstimmung der Phasenwerte beider Gezeitenwellen liegt es nahe, einige Tiefen zusammenzufassen. Einzelne Fehler, welche bei kurzer Beobachtungsdauer durch Störungen hervorgerufen wurden, werden durch eine Mittelbildung wegfallen, und dementsprechend kcmmt dem Mittelwert mehr Wert zu. Einerseits sind also die Tiefen von 50 bis 150 m, andererseits diejenigen von 250 bis 500 m zusammengefasst worden. Abbildung 10 zeigt die erhaltenen Kurven und das Analyse-Ergebnis ist am Fuss der Tabelle 14 angegeben.

TABELLE 14. Ergebnisse der harmonischen Analyse der Schwankungen der Temperatur, des Salzgehaltes, der Dichte und des Sauerstoffgehaltes auf Ankerstation 39*a*.

Tiefe	Temperatur			Salzgehalt			Dichte			Sauerstoff		
	Mittel	Amplitude °/c	Phase in Mondstund.	Mittel	Amplitude °/₀₀	Phase in Mondstd.	Mittel	Amplitude σ_t	Phase in Mondstd.	Mittel	Amplitude cc/L	Phase in Mondstd.
					Ganztägige Welle							
0	28.26	Täglicher	Gang	34.176	0.010	21.8						
50	26.43	0.24	5.1	.451	0.050	20.0	22.500	0.092	18.2	4.444	0.028	2.7
100	22.19	0.46	9.7	.638	0.028	18.0	23.900	0.133	21.4	3.722	0.066	20.6
125	20.33	0.70	11.2	.672	0.049	11.8	24.440	0.151	23.1	3.616	0.063	22.6
150	18.65	0.95	12.0	.656	0.044	10.6	24.850	0.206	23.8	3.585	0.035	2.3
250	12.94_5	0.66	13.2	.482	0.041	11.0	26.010	0.107	1.9	3.126	0.084	13.7
400	8.93	0.27	13.5	.446	0.022	7.9	26.716	0.047	3.6			
500	7.40	0.17	12.5	.495	0.012	7.3	26.980	0.022	2.4			
50—100—125—150	21.90	0.49	10.7									
250—400—500	9.76	0.36	13.2									
					Halbtägige Welle							
0		—			0.023	4.9		0.024	4.8			
50		0.43	10.0		0.114	4.4		0.228	4.1		0.102	10.9
100		0.38	10.0		0.117	5.7		0.168	4.8		0.071	6.4
125		0.85	10.6		0.073	5.8		0.270	4.7		0.057	6.4_5
150		1.25	10.9		0.049	5.2		0.343	4.9		0.032	5.9
250		0.77	11.9		0.036	4.5		0.174	5.7		0.067	0.1
400		0.45	11.9		0.038	5.3		0.106	5.8			
500		0.27	11.7		0.039	5.0		0.069	5.4			
50—100—125—150		0.68	10.4									
250—400—500		0.49	11.9									

Mit Hilfe der sich aus der Analyse ergebenden Amplituden- und Phasenwerte der zusammengefassten Tiefen wurde der so festgelegte Temperaturverlauf gezeichnet und mit den beobachteten Kurven verglichen. Es stellte sich heraus, dass noch eine Restwelle mit beträchtlicher Amplitude vorhanden sein muss (s. Abbildung 10), sodass das völlige Analyse-Ergebnis dieser beiden Schichten wie folgt wird:

Mittel von 0, 50, 100, 125, 150 m =

$$= 21^\circ.90 + 0.49 \cos \frac{2\pi}{24} (t - 10.7) + 0.68 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 10.4) + 0.17 \cos \frac{2\pi}{4.5} (t - 0.3)$$

Mittel von 250, 400, 500 m =

$$= 9.^\circ 76 + 0.36 \cos \frac{2\pi}{24} (t - 13.2) + 0.49 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 11.9) + 0.15 \cos \frac{2\pi}{7.2} (t - 2.8)$$

Die Periode der Restwelle in der Oberschicht stimmt merkwürdigerweise überein mit jener Restwelle, welche während derselben Beobachtungszeit bei der E-Komponente des Stromes gefunden wurde. Hingegen scheint in der tieferen Schicht die Periode der Restwelle mit derjenigen, welche während der ersten 24-stündigen Periode bei der N-Komponente des Oberflächenstromes gefunden wurde, übereinzustimmen.

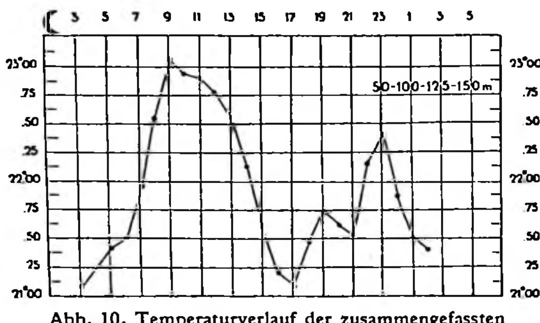


Abb. 10. Temperaturverlauf der zusammengefassten Tiefen 50—150 m. auf St. 39*a*.

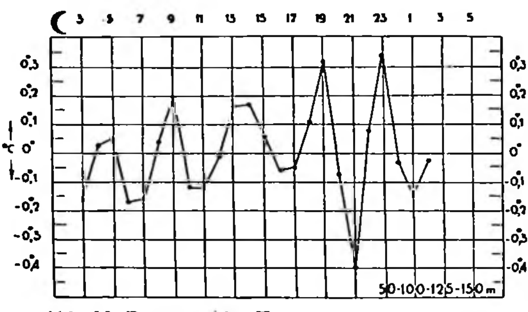


Abb. 10. Restwerte der Temperaturschwankung der zusammengefassten Tiefen 50—150 m. auf St. 39*a*.

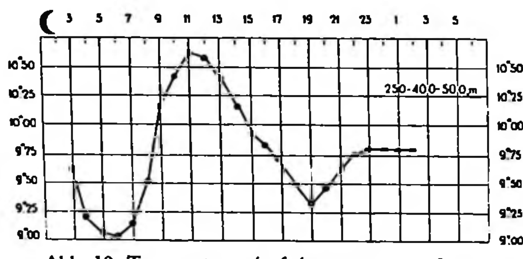


Abb. 10. Temperaturverlauf der zusammengefassten Tiefen 250—500 m. auf St. 39*a*.

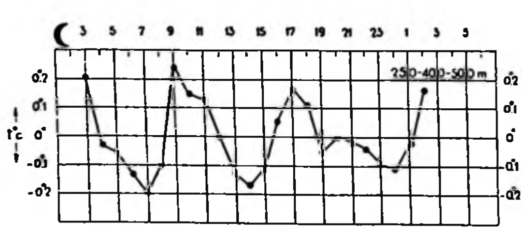


Abb. 10. Restwerte der Temperaturschwankung der zusammengefassten Tiefen 250—500 m. auf St. 39*a*.

Salzgehalt. — Die Salzgehaltschwankungen, welche in Abbildung 9 für die betreffenden Tiefen enthalten sind, zeigen die gleichmässige Beeinflussung der ganzen Wasserschicht, z.B. finden wir ab 50 m Tiefe in allen Kurven Maxima um 7.5 und 18.9 und Minima um 11.4 und 22.7 h Mondzeit.

Zahlenmässig finden wir diese Übereinstimmung wieder in den Ergebnissen der harmonischen Analyse (s. Tabelle 14), welche anhand der stündlichen Salzgehaltwerte (s. Tabelle 13*b*) durchgeführt wurde. Am Fuss dieser letzteren Tabelle sind wieder die Schwankungen des Salzgehaltes angegeben. Hieraus geht hervor, dass die 50 m Tiefe die grösste Schwankung aufweist; in dieser Tiefe ist auch das grösste Gefälle von Salzgehalt zu finden, was damit wohl wesentlich verknüpft erscheint.

Die Salzgehaltsamplitude der halbtägigen Gezeit ist, ausgenommen in 250 m, bedeutend grösser als diejenige der ganztägigen Gezeit.

Die ganztägige Phase verfrüht sich von 19.9 Stunden in der Oberschicht (0 bis 100 m) auf 11.1 Stunden für die Schicht von 125 bis 250 m, um endlich in 400/500 m Tiefe den Wert 7.6 Stunden zu erreichen.

Die Phasendifferenz zwischen Ober- und Mittelschicht beträgt 8.8 Stunden $= \pm\, ^1/_3$ Periode, während die Differenz zwischen Ober- und Unterschicht genau $^1/_2$ Periode beträgt.

Dichte. — Es ist selbstverständlich, dass, wenn Temperatur und Salzgehalt Schwankungen unterliegen, auch der zeitliche Verlauf der Dichte solche Schwankungen aufweisen muss.

Obwohl die Dichteschwankungen eigentlich direkt aus den Amplituden- und Phasenwerten der Temperatur und des Salzgehaltes hergeleitet werden können, habe ich es für richtig gehalten, die stündlichen Dichtewerte, welche der Figur 11 entnommen sind, wie sie in Tabelle 13*c* verzeichnet sind, gesondert einer Analyse zu unterziehen (Tab. 14).

Genau wie bei der Temperatur, finden wir auch hier in 150 m Tiefe die grösste Amplitude für beide Gezeitenwellen. Die Phase verläuft, wie auch zu erwarten ist, invers derjenigen der Temperatur, und hier gelten die gleichen Bemerkungen wie für die Phasen bei der Temperatur.

Sauerstoff. — Es ist einleuchtend, dass, wenn sämtliche ozeanographischen Elemente zeitlichen

Schwankungen unterliegen, auch der Sauerstoffgehalt Schwankungen periodischer Natur zeigen wird.

Zu diesem Zweck wurde in sämtlichen 13 Serien der Sauerstoffgehalt der 50—100—150 und 250 m Tiefen bestimmt. Die mittlere vertikale Verteilung des Sauerstoffgehaltes ist in Abbildung 13 enthalten. Dieser Kurve können wir entnehmen, dass von 50 m (4.32 cc 0_2/ Liter) bis 100 m (3.73 cc 0_2/Liter) eine rasche Abnahme stattfindet, von 100 m (3.73) bis 175 m (3.54) der Sauerstoffgehalt nahezu stationär bleibt, während ab dieser Tiefe bis 250 m die Abnahme wieder etwas rascher vor sich geht.

Die Sauerstoffgehaltsschwankung in 50 m verläuft fast vollkommen parallel mit der Temperaturschwankung in der gleichen Tiefe, und diesen parallelen Gang zwischen Sauerstoffgehalt und Temperatur finden wir auch in den tieferen Schichten, mit Ausnahme des bei der 0_2-schwankung sehr ausgeprägten und scharfen Minimums um 11.3 Uhr Mondzeit (s. Abb. 12).

Auch die Dichteschwankungen zeigen dieses Minimum um 11.3 Uhr Mondzeit.

Das Ergebnis der harmonischen Analyse der Sauerstoffgehaltsschwankungen ist in Tab. 14 verzeichnet.

Die Amplitude ist in sämtlichen Tiefen ungefähr gleich gross.

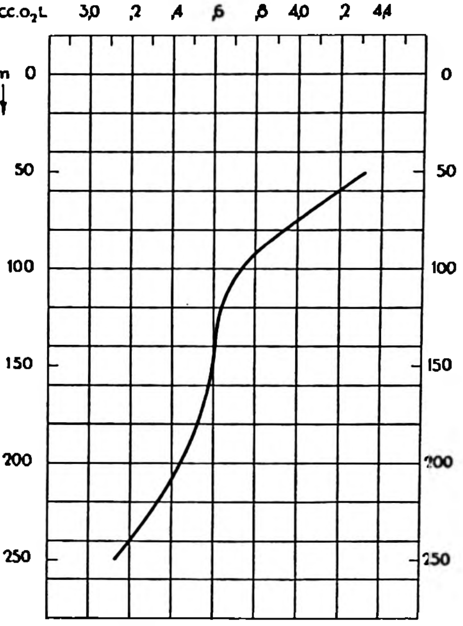


Abb. 13. Mittlere vertikale Verteilung des Sauerstoffgehalts auf Ankerstation 39*a*.

STROMVERHÄLTNISSE UND VERLAGERUNG AUF ANKERSTATION 39*a*

Die zeitlichen Änderungen der Temperatur, des Salzgehaltes, der Dichte und des Sauerstoffgehaltes kann man nun in der Annahme, dass die Änderungen durch vertikale Verschiebungen der Wassermassen hervorgerufen werden, bei Kenntnis des vertikalen Gradientes der einzelnen Elemente in den vertikalen Verlagerungen der Wassermassen umrechnen.

Untenstehend folgt erst eine kleine Tabelle (Tabelle 15) mit Gradientwerten pro Meter (der Abbildung 7 entnommen) und dann eine Zusammenfassung von Verlagerungs- und Stromverhältnissen für die verschiedenen Tiefen.

TABELLE 15. Mittlere vertikale Gefälle auf Ankerstation 39*a*.

Tiefe	Temperatur	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff
50	— 0.05	+ 0.005_3	+ 0.02	
100	— 0.08	+ 0.001_7	+ 0.03_6	— 0.007
125	— 0.07_5	—	+ 0.02_3	— 0.003
150	— 0.07	— 0.001_5	+ 0.01_6	— 0.001
250	— 0.04	— 0.001	+ 0.00_9	
400	— 0.02	+ 0.000_4	+ 0.00_4	

In Tabelle 16 sind für die ganz- und halbtägige Gezeit einerseits die Elemente des Stromes und andererseits diejenigen der vertikalen Verlagerung zusammengefasst. Bei den Stromdaten sind sowohl Amplitude und Phase der N- und E-Komponente als die Daten der Stromellipsen gegeben.

Es wurde davon Abstand genommen, eine Verlagerungsamplitude aus den Salzgehaltschwankungen zu berechnen. Das Gefälle des Salzgehaltes ist so klein, dass Fehler sehr leicht vorkommen kön-

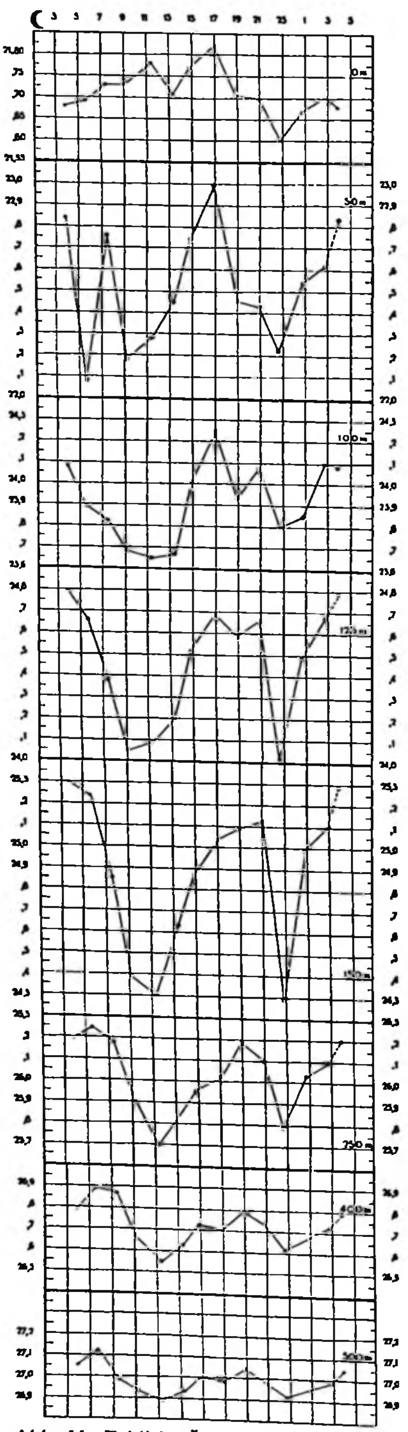


Abb. 11. Zeitliche Änderungen der Dichte in 0—50—100—125—150—250—400—500 m. auf Ankerstation 39*a*.

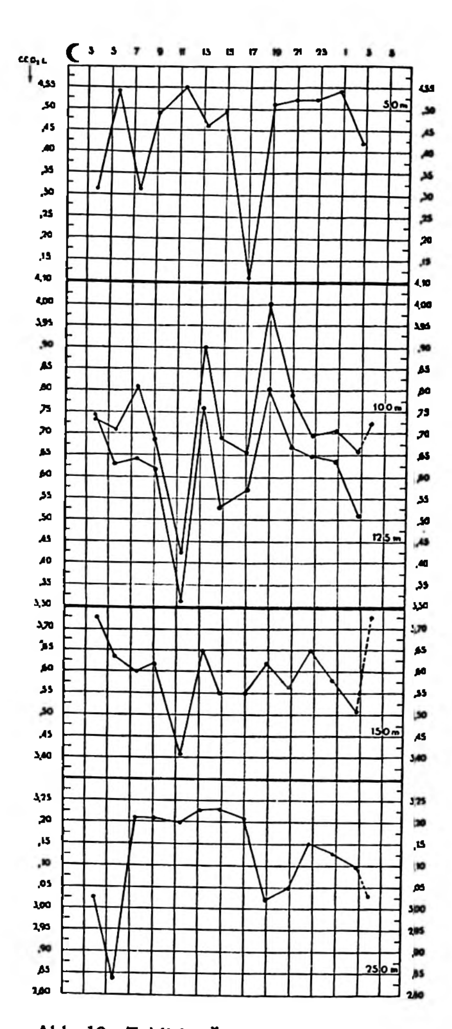


Abb. 12. Zeitliche Änderungen des Sauerstoffgehalts in 50—100—125—150—250 m. auf Ankerstation 39*a*

TABELLE 16. Stromverhältnisse und vertikale Verlagerung der Wassermassen auf Ankerstation 39*a*.

Tiefe	N-Komponente		E-Komponente		Resultierende aus Stromellipsen		
	Geschwindigkeit in cm/sec.	Phase in Mondstunden	Geschwindigkeit in cm/sec.	Phase in Mondstunden	Richtung	Max. Geschwindigkeit in cm/sec.	Phase in Mondstunden
Ganztägige Gezeit							
0 m	9.2	18.7	8.6	4.1	N 42.5 W	11.4	17.4
50 m	8.9	21.6	5.3	13.8	N 20 W	9.3	22.2
125 m	11.7	1.5	6.5	17.2	N 21 W	12.2	2.1
400 m	5.1	0.5	2.7	6.8	N 3 W	5.2	0.4
Halbtägige Gezeit							
0 m	9.5	10.7	2.0	3.3	N 9 W	9.7	10.6
50 m	2.9	10.8	4.9_5	1.4	N 80 E	5.0	1.2
125 m	3.6	1.1	9.6	3.3	N 80 E	9.7	3.2
400 m	6.7	4.1	3.6	4.5	N 28 E	7.6	4.6

Tiefe	Aus Temperatur		Aus Salzgehalt		Aus Dichte		Mittel	
	Ampl. m	Phase in Mondstunden	Ampl. m	Phase in Mondstunden	Ampl. m	Phase in Mondstunden	Ampl. m	Phase in Mondstunden
Ganztägige Gezeit								
50 m	4.8	17.1	9.4	20.0	4.6	18.2	4.7	18.4
100 m	5.8	21.7	—	18.0	3.7	21.4	4.8	20.4
125 m	9.3	23.2	—	23.8	7.0	23.1	8.2	23.4
150 m	13.6	0.0	—	22.6	12.9	23.8	13.3	23.5
250 m	16.5	1.2	—	23.0	12.0	1.9	14.3	0.7
400 m	13.5	1.5	—	7.9	11.8	3.6	12.6	4.3
Halbtägige Gezeit								
50 m	8.6	4.0	—	4.4	11.4	4.1	10.0	4.2
100 m	4.8	4.0	—	5.7	4.7	4.8	4.8	4.8
125 m	11.3	4.6	—	5.8	12.3	4.7	11.8	5.0
150 m	18.0	4.9	—	(11.2)	21.4	4.9	19.7	4.9
250 m	19.2	5.9	—	(10.5)	19.3	5.7	19.3	5.8
400 m	22.5	5.9	—	5.3	26.5	5.8	24.5	5.7

nen, und wir dadurch unmöglich grosse Amplituden erhalten würden. Wohl wurde die Phase der Verlagerung aus der Salzgehaltschwankung bestimmt.

Aus Tabelle 16 ist sehr deutlich ersichtlich, dass bei der ganztägigen Gezeit die Verlagerungsamplitude sehr gleichmässig zunimmt bis 250 m Tiefe, wo ein Maximum erreicht wird. Die Phase verspätet sich allmählig bei zunehmender Tiefe. Bei der halbtägigen Gezeit wird die grösste Verlagerungsamplitude in 400 m Tiefe angetroffen. Die Phase zeigt die sehr einheitliche Beeinflussung der ganzen Wasserschicht von 50 bis 400 m Tiefe.

Bilden wir das Amplitudenmittel über die ganze beobachtete Schicht, so finden wir, dass dasselbe bei der halbtägigen Gezeit 15 m, bei der ganztägigen Gezeit 9.65 m beträgt; die ganze Schwankung beträgt also 30 bezw. 19.3 m.

Inwiefern steht diese Verlagerung im Zusammenhange mit den Gezeitenströmen? Zu diesem Zweck haben wir in Abbildung 13*a* die zusammengelegte Verlagerung der ganz- und halbtägigen Gezeit gezeichnet. Dieser Figur kann man entnehmen, dass die Verlagerungen der verschiedenen Wasserschichten in vollkommen gleichem Rhythmus geschehen, und zwar mit einer leichten Phasenverspätung in den grössten Tiefen. Man kann für jede Tiefe die Stromellipsen der ganz- und halbtägigen Gezeit zusammenfassen.

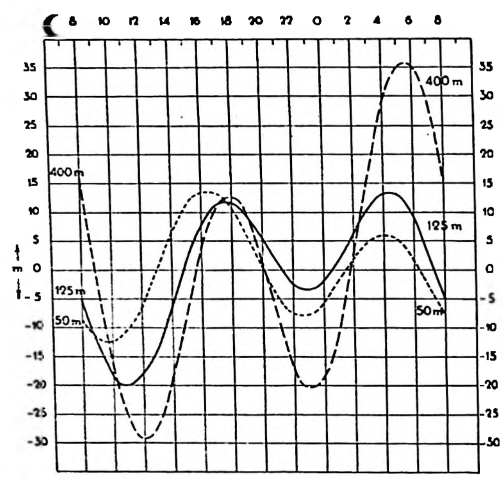


Abb. 13*a*. Totale Verlagerung durch die ganz- und halbtägige Gezeit auf Ankerstation 39*a* in 50—125 und 400 m. Tiefe.

Vergleicht man die neuen Stromfiguren und Abb. 13*a* mit einander so ergibt sich Folgendes: in 50 m Tiefe folgt die maximale Verlagerung mit einer Verspätung von ungefähr 3 Mondstunden auf die grösste Stromstärke. Nehmen wir z.B. die Stromfigur und totale Verlagerung in 50 m Tiefe: Maximaler Strom nach SW um 6.5 Mondstunden wird gefolgt von einem Tiefstand der Wasserschicht um 10 Uhr. Dagegen folgt auf einen maximalen Strom nach SE um 13.5 h ein Hochstand der Wasserschicht um 16.5 h Mondzeit. Wenn wir hier den Oberflächenstrom mit in Betracht ziehen, so stellt sich heraus, dass gerade um 6 h der Strom in der 0 bis 50 m Schicht am meisten durch die Gezeitenströme verstärkt wird. Diese Verstärkung des Stromes bedingt also ein Senken der Wasserschicht in 50 m Tiefe.

Wie liegen nun die Verhältnisse in 125 m Tiefe? In dieser Tiefe wird die grösste Stromstärke von der maximalen Verlagerung mit einer Verspätung von ca 2 Stunden gefolgt. Auch in dieser Tiefe wird die Verstärkung des Stromes (9.5 h) durch die Gezeitenströme gefolgt von dem grössten Tiefstand der Wasserschicht (11 h Mondzeit).

Der Stromfigur von 400 m Tiefe können wir entnehmen, dass um 10.5 und 21.5 h Mondzeit die kombinierten Gezeitenströme eine maximale Stärke in SW-Richtung haben, während die maximale Stromgeschwindigkeit in NE-Richtung um 4 h und 16.5 h erreicht wird.

Abbildung 13*a* ergibt, dass der grösste Tiefstand der Wasserschicht um 12 h und 23 h, der grösste Hochstand dagegen um 5.5 h und 18 h stattfindet.

Die Phasenverspätung der Verlagerung auf dem Strome beträgt also 1.5 Mondstunden.

Der grösste Tiefstand bezw. Hochstand steht auch in dieser Tiefe in enger Beziehung zu einer Verstärkung bezw. Schwächung des Stromes durch die beiden Gezeitenströme.

In Figur 14 sind nun die Abbildungen zu einer räumlichen Darstellung vereinigt; es ist versucht worden, für verschiedene Stunden, welche mit einem Zeitintervall von 6 Stunden aufeinander folgen, die Lage der verschiedenen Wasserschichten zur Darstellung zu bringen. In der Fläche jeder Tiefe ist dann der zur entsprechenden Zeit herrschende Gezeitenstrom durch einen Strompfeil angegeben. Die Bezeichnung jeden Strompfeiles gibt erst die Richtung an; die letzte Zahl bedeutet die Stärke des Stromes in cm/sec. Zur rechten Seite jeder Figur ist für jede Tiefe die Verlagerung in m. angegeben.

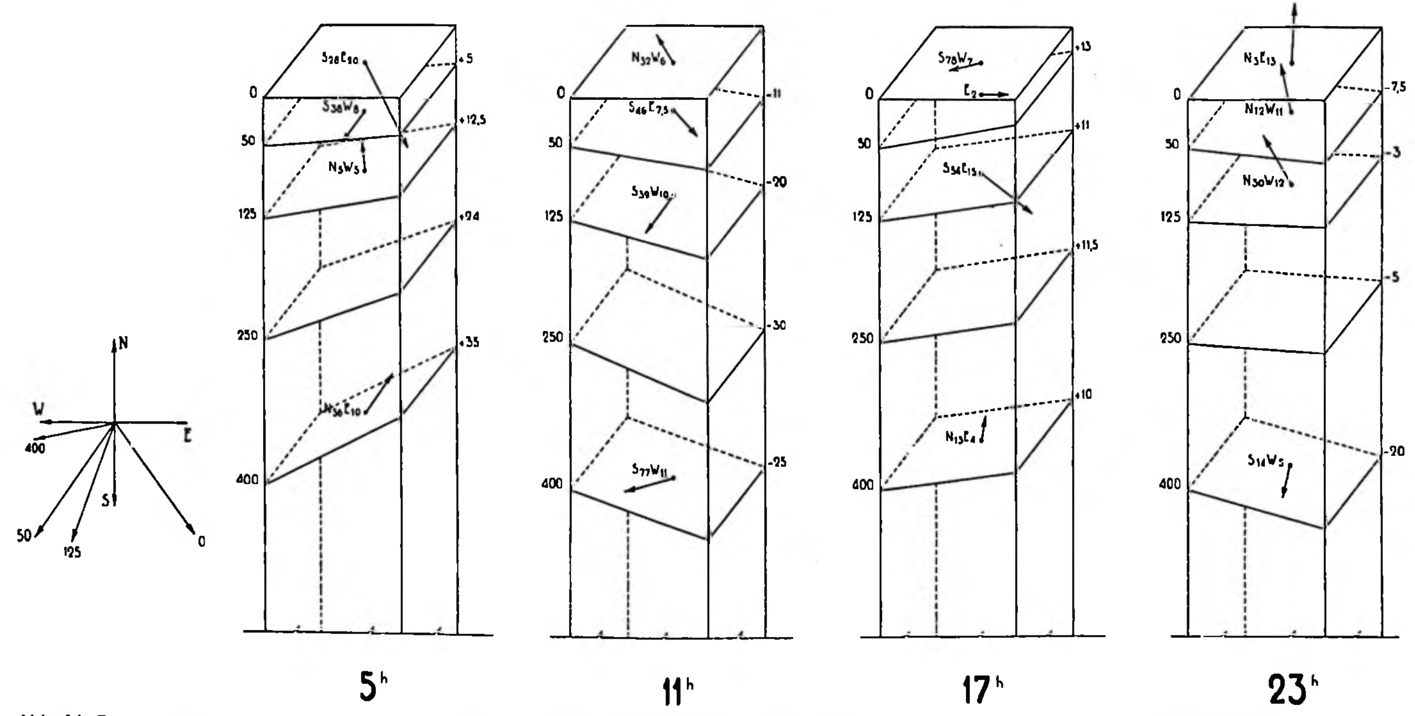


Abb. 14. Stromverhältnisse und Lage der Wasserschichten durch die ganz- und halbtägige Gezeit auf Ankerstation 39*a*. Hinter den Strompfeilen ist die Richtung und Stärke des Stromes angegeben.
Die Zahlen an der rechten Seite jeder Figur geben die Verlagerung in Meter an.

STATION 71*a*

Obwohl diese Station eigentlich im wahren Sinne des Wortes keine Ankerstation ist, wurde die Beschreibung derselben hierbei aufgenommen, weil an Bord des *treibenden* Schiffes Strommessungen durchgeführt wurden.

Die Stelle, wo die Vertreibung stattfand, ist in der untiefen Sibutustrasse, welche die einzige Verbindung zwischen Sulu- und Celebes Meer ist und welche eine Tiefe von 250 m. aufweist. Auf beiliegender Skizze 15 sind die Schiffsversetzungen eingetragen, während das kleine blanko Rechteck in der linken Ecke in reduziertem Masstab die Lage in Bezug zu den umliegenden Inseln wiedergibt. Am 14. und 17. September 1929 war sehr schönes und windstilles Wetter; deshalb wurde der Versuch gemacht, das Schiff mit dem Strom treiben zu lassen, während jede 10 Minuten durch Peilungen zur nahegelegenen Küste die Schiffslage bestimmt wurde. Diese Ortsbestimmungen sind in Figur 15 eingetragen.

Die erste Versetzung in südlicher Richtung dauerte am 14. September von 10 Uhr bis 11 Uhr 34, wonach wieder in nördlicher Richtung gefahren wurde. Von 12.12 bis 12.41 überliess man wieder das Schiff dem Strome. Dies wurde einige Male wiederholt, nämlich von 13.34 bis 13.52, von 14.23 bis 14.40 und von 15.20 bis 15.55. Am 17. September hat man das Schiff wieder in südöstlicher Richtung treiben lassen von 9.45 bis 12.28.

Zur richtigen Beurteilung von Strommessungen, welche von einem treibenden Schiffe ausgeführt worden sind, ist die Frage von Wichtigkeit, ob der Strommesser jede Bewegung des Schiffes mitmacht. Ich habe angenommen, dass der Strommesser tatsächlich mit derselben Stärke und Richtung verschleppt wird wie das Schiff selbst.

Die Strommessungen, welche hierunter folgen (Tabelle 17) sind so vollständig wie möglich wiedergegeben und enthalten, ausser den gebräuchlichen Zeitangaben, die Kugelverteilung des Ekman-Merz Starkstrommessers, Richtung und Stärke des registrierten relativen Stromes, sowie die Zerlegung in Komponenten.

In der Spalte daneben sind Richtung und Geschwindigkeit (hergeleitet aus den Peilungen zur Küste) gegeben, mit denen das Schiff während der Strommessungen getrieben ist (s. Tabelle 18).

Auch diese Bewegung wurde in Komponenten zerlegt. Die letzte Spalte enthält den wahren Strom in Komponenten; er wurde in der Weise erhalten, dass die Komponenten des relativen Stromes und der Schiffsbewegung durch Koppelrechnung addiert wurden. Hierbei wurde angenommen, dass die Schiffsversetzung nach Richtung und Geschwindigkeit ein genaues Bild des Oberflächenstromes gibt.

Ausser sporadischen Strommessungen in 10 m (eine Messung), in 100 m (2 Messungen) und 250 m (eine Messung) wurde in 50 und 200 m. am 14. September sechsmal, am 17. September dreimal Strom gemessen. Die mittlere Tiefe der Sibutustrasse an der Stelle der Strommessungen ist 265 m.

In Abbildung 16 und 17 sind, für die Beobachtungszeiten, während welcher die Strommessungen in 50 und 250 m. Tiefe ausgeführt wurden, die Werte der N- und E-Komponenten der Schiffsversetzung = Oberflächenstrom eingetragen und gradlinig verbunden worden.

Die Komponenten des Oberflächenstromes sind zweimal gezeichnet, und zwar für dieselben Zeitabschnitte, während welcher Strommessungen in 50 und 200 m Tiefe vorgenommen wurden.

Vergleichen wir den Verlauf der Kurven der N-Komponente des Oberflächenstromes und des Stromes in 50 m. Tiefe, so ersehen wir, dass die beiden Kurven sich fast vollkommen decken.

TABELLE 17. Strommessungen mit dem Ekman-Merz Strommesser in den Tiefen 50, 100 und 200 m auf Station 71*a*.

Mittlere Position $\begin{cases} \lambda = 119°—38{,}5 \text{ O.L.} \\ \varphi = 9°—49. \text{ N.Br.} \end{cases}$ Ekman-Merz Strommesser No. 151. Schraube 1.

1929 Zeit 117.5 O.L.	Greenwich Zeit	Seit Meridiandurchgang des ☾ im Ort ☾ St.	Verteilung der Kugeln nach Richtungen rw	Gemessener Strom				Schiffsvertreibung				Wirklicher Strom	
				Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec	Richtung	Geschwindigkeit cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
				50 Meter									
14. Sept. 1929													
10.21—10.26	2.25	2.1	7/10—6/20—2/30—2/40—1/50	23	57.3	+ 52.8	+ 22.4	172	222	—219.8	+ 30.9	—167.0	+ 53.3
11.16—11.19	3.19	2.95	1/350—3/0—4/10—2/20—2/30	13	69.1	+ 67.3	+ 15.5	194	194	—188.2	— 46.9	—120.9	— 31.4
12.19—12.22	4.22	3.95	1/60—3/40—7/20—1/30-[1/200]	31	67.5	+ 57.9	+ 34.7	172	121	—119.8	+ 16.8	— 61.9	+ 51.5
13.37—13.40	5.40	5.2	1/50—1/30—6/20—5/10—2/40	24	78.5	+ 71.8	+ 31.9	187	83	— 82.4	— 10.1	— 10.6	+ 21.9
14.23—14.26	6.26	5.95	2/30—2/26—2/10—5/0—1/350 —2/340	8	66.9	+ 66.3	+ 9.3	172	190	—188.2	+ 26.4	—121.9	+ 35.7
15.24—15.27	7.27	6.9	1/20—2/10—4/0—5/340—3/330	352	77.7	+ 77.0	— 10.8	172	124	—122.8	+ 17.3	— 45.8	+ 6.5
17. Sept. 1929													
10.08—10.11	2.11	11.5	2/330—9/320—1/310	323	70.0	+ 55.9	— 42.1	156	184	—155.6	— 10.9	— 99.7	— 53.0
11.06—11.09	3.09	0.5	7/310—3/300	309	47.6	+ 30.0	— 37.0	154	164	—147.4	+ 71.9	—117.4	+ 34.9
12.03—12.06	4.06	1.5	6/310—3/300	312	41.6	+ 27.8	— 30.9	161	161	—152.2	+ 52.4	—124.4	+ 21.5
				100 Meter									
14. Sept. 1929													
15.50—15.53	7.52	7.3	5/0—4/350—5/340—4/330 [1/110—1/100]	348	100.0	+ 97.8	— 20.8	172	124	—122.8	+ 17.3	— 25.0	— 3.5
17. Sept. 1929													
11.17-11.19,5	3.19	0.7	4/350—10/340—6/330—3/320 2/310	336									
11.32-11.33,7	3.34	0.9	4/340—4/330—1/320—[1/140]	335	101.0	+ 91.5	— 42.7	154	164	—147.4	+ 71.9	— 55.9	+ 29.2
				200 Meter									
14. Sept. 1929													
10.37—10.42	2.41	2.4	7/350—8/0—5/10—4/20—1/340	4	114.5	+114.2	+ 8.0	162	167	—158.8	+ 51.6	— 44.6	+ 59.6
11.28—11.30	3.32	3.15	1/350—2/0—4/10—2/20—1/30 1/40—1/50—1/60	21	96.7	+ 90.3	+ 34.7	194	148	—143.6	— 35.8	— 53.3	— 1.1
12.35—12.37	4.38	4.2	2/30—5/20—3/10—1/350	18	85.0	+ 80.8	+ 26.3	189	143.5	—141.7	— 22.4	— 60.9	+ 3.9
13.48—13.50	5.51	5.4	1/30—6/20—2/10—2/0	17	92.0	+ 88.0	+ 26.9	176	183	—182.6	+ 12.8	— 94.6	+ 39.7
14.34—14.36	6.37	6.1	4/40—2/30—5/20—1/10	30	98.8	+ 85.8	+ 49.4	174	131	—130.3	+ 13.7	— 44.5	+ 63.1
15.36—15.38	7.39	7.1	3/40—1/30—5/20—3/10—2/0 [1/120—1/90]	22	122.0	+113.1	+ 45.7	172	124	—122.8	+ 17.3	— 9.7	+ 63.0
17. Sept. 1929													
10.24—10.26	2.27	11.7	1/320—1/330—2/340—3/350— 2/0—2/10—1/20 [2/150—1/160]	354	117.0	+116.4	— 12.2	143	154	—123.0	+ 92.7	— 6.6	+ 80.5
12.16—12.28	4.19	1.7	3/20—2/10—2/0—2/350—5/340 4/330—2/320 [1/210—1/200—1/190—1/180]	350	183.5	+180.7	— 31.9	161	161	—152.2	+ 52.4	+ 28.5	+ 20.5
				10 Meter									
			4/190—3/200	196	31.7	— 30.5	— 8.7						
				250 Meter									
17. Sept. 1929													
11.45—11.47	3.48	1.1	1/0—2/350—12/340—6/330 2/310 [1/230—1/150]	339	174.2	+162.6	— 62.5	154	164	—147.4	+ 71.9	+ 15.2	+ 9.4

TABELLE 18. Schiffsversetzung auf Station 71*a*.

Zeit	Anzahl Sekunden	Zurückgelegter Weg in cm	Geschwindigkeit cm/sec	Richtung rw	Komponente	
					N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
14. September 1929						
10.10—10.23	780	14.10^4	179	191	—175.7	—34.2
10.23—10.32	540	12.10^4	222	172	—219.8	+ 30.9
10.32—10.47	900	15.10^4	167	162	—158.8	+ 51.6
10.47—11.15	1680	27.10^4	161	181	—161.0	— 2.8
11.15—11.21	360	7.10^4	194	194	—188.2	—46.9
11.21—11.25	240	3.10^4	125	192	—122.3	—26.0
11.25—11.34	540	8.10^4	148	194	—143.6	—35.8
12.12—12.23	660	8.10^4	121	172	—119.8	+ 16.8
12.23—12.41	1080	155.10^3	144	189	—141.7	—22,4
13.34—13.42	480	4.10^4	83	187	— 82.4	—10.1
13.42—13.52	600	11.10^4	183	176	—182,6	+ 12.8
14.23—14.31	480	9.10^4	190	172	—188.2	+ 26.4
14.31—14.40	540	7.10^4	131	174	—130.3	+ 13.7
15.20—15.55	2100	26.10^4	124	172	—122.8	+ 17.3
17. September 1929						
9.55—10.09	840	18.10^4	214	169	—210.1	+ 40.8
10.09—10.35	1560	24.10^4	154	143	—123.0	+ 92.7
11.05—11.59	3240	53.10^4	164	154	—147.4	+ 71.9
11.59—12.28	1740	28.10^4	161	161	—152.2	+ 52.4

Dieselbe Übereinstimmung in dem Kurvenverlauf finden wir, wenn wir die N-Komponente der Oberfläche und in 200 m. Tiefe mit einander vergleichen.

Aus diesen beiden Beispielen geht hervor, dass der eigentliche Strom in den beiden Tiefen

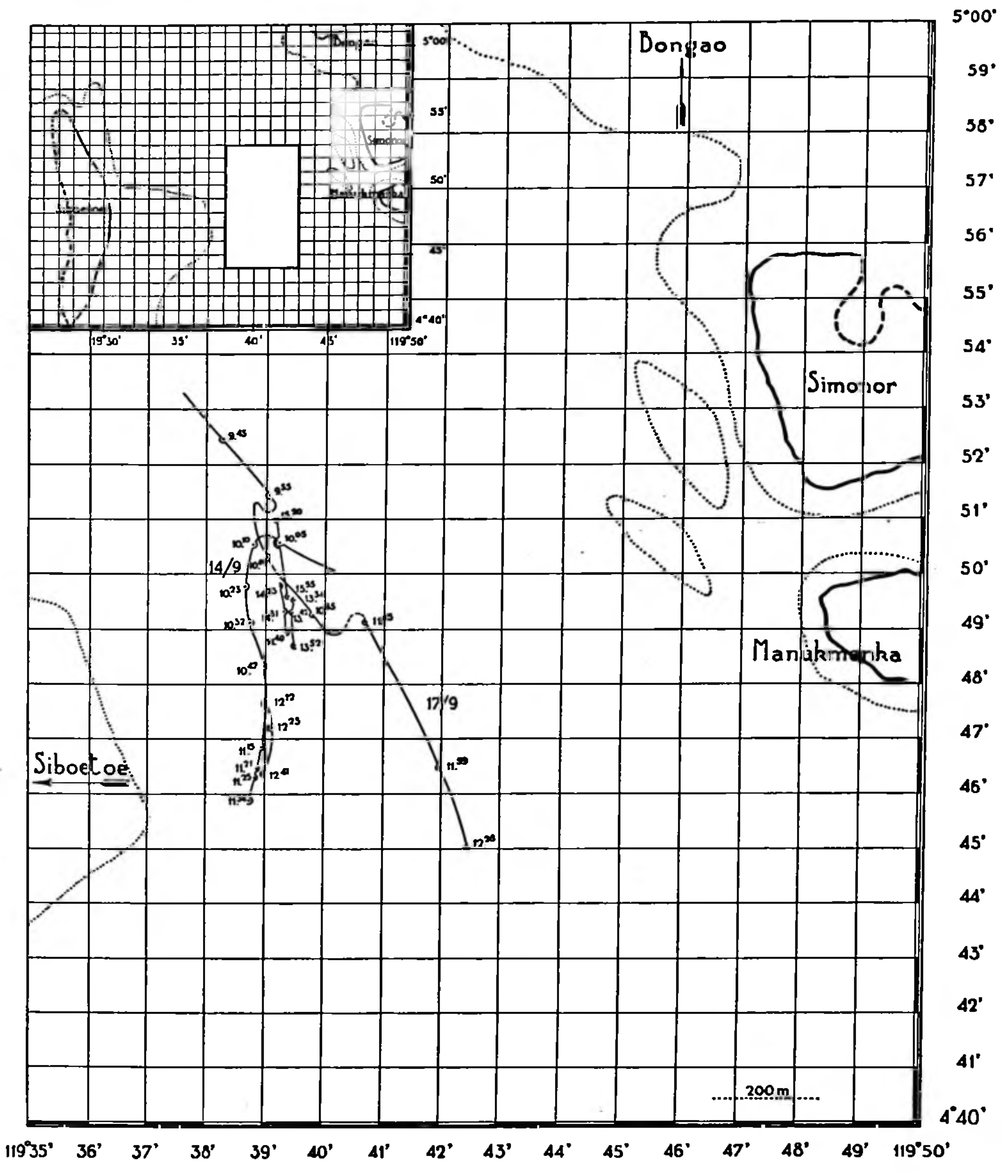
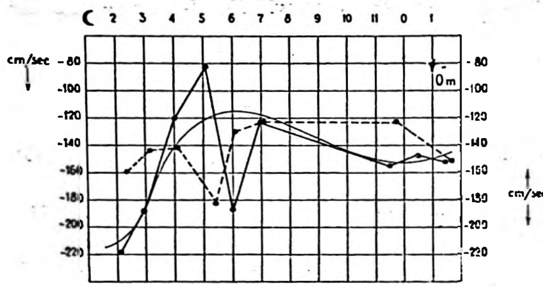
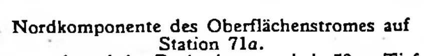


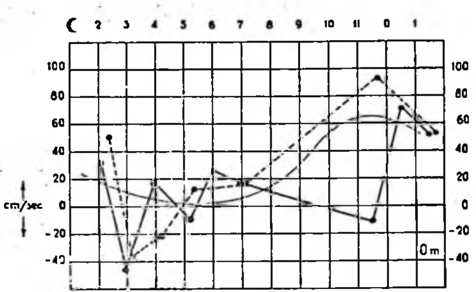
Abb. 15. Schiffsvertreibung in der Sibutu Strasse. Jeder Punkt deutet die Lage des Schiffes zu der dabei angegebenen Zeit an. In der linken Ecke ist eine Übersichtskarte gezeichnet.

vollkommen verdeckt wird durch den gleichzeitig registrierten Schleppstrom, welcher durch die Schiffsbewegung verursacht wird. Geben aber die Strommessungen der 50 und 200 m. Tiefen ein reelles Bild, so strömt das Wasser von der Oberfläche bis zum Boden in derselben Richtung.





Nordkomponente des Oberflächenstromes auf Station 71*a*.
——— während der Beobachtungszeit in 50 m. Tiefe.
- - - - - während der Beobachtungszeit in 200 m Tiefe.



Ostkomponente des Oberflächenstromes auf Station 71*a*.
——— während der Beobachtungszeit in 50 m Tiefe.
- - - - - während der Beobachtungszeit in 200 m Tiefe.

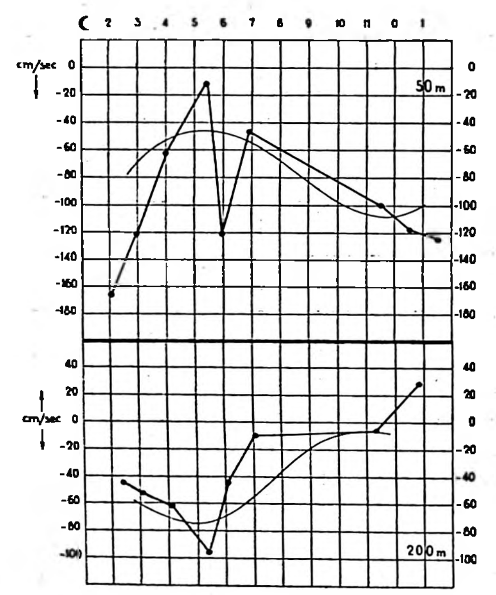


Abb. 16. Nordkomponente des Stromes in 50 und 200 m Tiefe auf Station 71*a*.

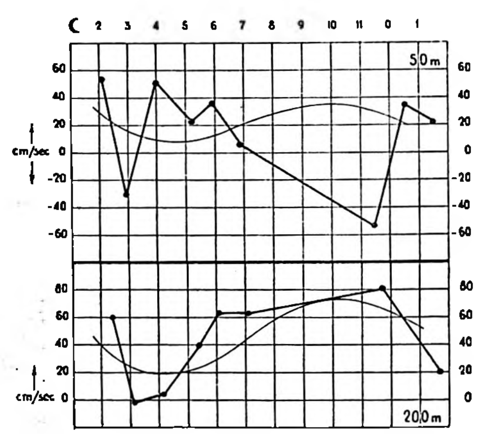


Abb. 17. Ostkomponente des Stromes in 50 und 200 m Tiefe auf Station 71*a*.

Wenn man nach Augenmass eine glatte Kurve durch die gradlinig verbundenen Beobachtungswerte legen würde, so könnte man bei diesem rohen Verfahren folgende Amplituden- und Phasenwerte herleiten:

	Nord	Ost
0 m.	$15 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 6.0)$	$35 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 11.0)$
50 m.	$30 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 6.0)$	$15 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 10.0)$
200 m.	$35 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 11.4)$	$25 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 10.0)$

Die Amplituden- und Phasenwerte sind recht unsicher; immerhin ist eine Andeutung einer halbtägigen Gezeit vorhanden.

ANKERSTATION 135*a*[1])

Die Station, an der von 20 h des 17. bis 13 h des 21.11.1929 geankert wurde, liegt in der Strasse Sawoe und beherrscht einen der Zugangswege des Indischen Ozeans zum Sawoe-See (siehe Detailchart 5 Volume II, part 2, Chapter II).

Ihre Koordinaten sind:

$$\varphi = 10° — 7.4 \text{ S.Br.} \quad \text{und} \quad \lambda = 121° — 17.7 \text{ Ö.L.}$$

Wind. — Während der 89-stündigen Verankerung wurden insgesamt 49 Beobachtungen über Richtung und Stärke des Windes in einem mittleren Intervall von 1.8 Stunden vorgenommen. Diese 49 Beobachtungen teilen sich der Windrichtung nach folgendermassen auf:

W	WzS	WSW	SWzW	SW	SWzS	SSW	SzW	S
1	4	10	11	13	3	4	2	1

Die mittlere Windrichtung war SWzW, die durchschnittliche Geschwindigkeit 5,2 m pro sec., minimale und maximale Windstärken betrugen 2.9 bezw. 8 m. pro sec.

Kurs. — Abbildung 18 zeigt die graphische Darstellung der Kursschwankungen, welche durch

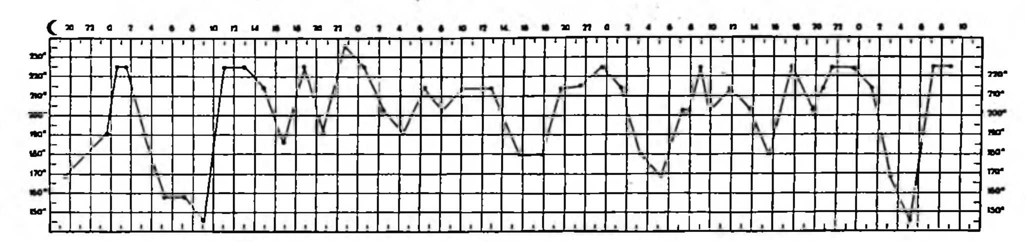


Abb. 18. Anliegender Schiffskurs auf Ankerstation 135*a*.

Eintragung der in Tabelle 19 verzeichneten Werte erhalten wurden. Eine Periode von Gezeitendauer lässt sich in ihnen vermuten.

[1]) Von sämtlichen Phasenwerten ist 0.1 Mondst. zu subtrahieren.

TABELLE 19. Schiffskurs, Wetter, und Oberflächenstrom auf Ankerstation 135*a*.
φ = 10°—7.4 SBr. λ = 121°—17.7 O.L.

Datum 1929	Ortszeit 122,5 E	Mittl. Gr. Zeit	Seit oberem Mer. Durchgang des ☾ in St.	Kurs d. Schiffes	Tiefe in m	Az. Anker	Dynamometer	Wind Richtung	Wind Stärke m/sec	Oberflächenstrom Richtung	Oberflächenstrom Stärke cm/sec	N + S —	E + W —
17.XI.	20 h	$11.^{50}$	19.7	SzE	1160	SB 1	1150	SW	5,6	NNW	15.4	+14.3	— 5.8
18.XI.	0 h	$15.^{50}$	23.6	SzW	1200	0	1150	S	4,9	NzW	10.3	+10.1	— 2.0
	1 h	$16.^{50}$	0.6	SW	1180	BB $^1/_2$	1050	SzW	4,4	NzW	15.4	+14.7	— 2.9
	2 h	$17.^{50}$	1.5	SW	1180	0	1000	SzW	4,8	N	20.6	+20.6	0
	4 h	$19.^{50}$	3.4	SzW	1200	SB 1$^1/_2$	900	SWzW	4,8	NE	5.1	+ 3.5	+ 3.5
	6 h	$21.^{50}$	5.4	SSE	1205	SB $^1/_2$	700	WzS	5,0	W	10.3	0	—10.3
	8 h	$23.^{50}$	7.3	SSE	1135	0	700	WzS	4,0	W	10.3	0	—10.3
	10 h	$1.^{50}$	9.1	SEzS	1235	SB 7	850	WzW	4,2	SW	5.1	— 3.5	— 3.5
	12 h	$3.^{50}$	11.0	SW	1200	0	1050	WzW	2,9	NzE	15.4	+15.1	+ 3.0
	14 h	$5.^{50}$	13.0	SW	1235	0	1150	SSW	4,2	N	15.4	+15.4	0
	16 h	$7.^{50}$	14.9	SWzS	1225	0	1000	SSW	5,3	NNE	25.7	+24.1	+ 9.7
	18 h	$9.^{50}$	16.8	S$^1/_2$W	1210	0	1100	SW	7	NW	25.7	+18.4	—18.4
	20 h	$11.^{50}$	18.8	SW	1200	BB 4	1350	SW	8	NNW	15.4	+14.3	— 5.8
	22 h	$13.^{50}$	20.7	SzW	1185	0	1350	SW	6	NW	5.1	+ 3.5	— 3.5
19.XI.	0 h	$15.^{50}$	22.65	SWzW	1185	0	1550	WSW	8	E	25.7	0	+25.7
	2 h	$17.^{50}$	0.6	SW	1200	BB 3	1350	WSW	6,3	NE	66.9	+47.4	+47.4
	4 h	$19.^{50}$	2.5	SSW	1230	0	1100	WzW	7	NW	15.4	+10.9	—10.9
	6 h	$21.^{50}$	4.4	SzW	1195	0	900	WzS	5	NW	15.4	+10.9	—10.9
	8 h	$23.^{50}$	6.4	SWzS	1160	SB 1	1000	WzS	4,6	SW	5.1	— 3.5	— 3.5
	9 h	$0.^{50}$	7.3							SW	10.3	— 7.1	— 7.1
	10 h	$1.^{50}$	8.1	SSW	1185	0	1100	SW	5,3	SW	5.1	— 3.5	— 3.5
	12 h	$3.^{50}$	10.0	SWzS	1195	0	1300	SWzW	4,6	SW	15.4	—10.9	—10.9
	14 h	$5.^{50}$	12.0	SWzS	1190	0	1500	SW	4,5	N	30.9	+30.9	0
	15 h	$6.^{50}$	12.9	SWzS	1200	0	1000	SW	4,6	NzW	92.6	+91.3	—17.7
	16 h	$7.^{50}$	13.9	SSW	1185	SB 1$^1/_2$	1500	SSW	5	NE	61.7	+43.8	+43.8
	18 h	$9.^{50}$	15.8	S	1200	SB 1	1350	SSW	7	NNW	41.2	+38.0	—15.4
	20 h	$11.^{50}$	17.8	S	1200	SB 6	1400	SWzW	6,3	NNW	20.6	+19.1	— 7.7
	22 h	$13.^{50}$	19.7	SWzS	1200	BB 4	1100	SW	6,3	NzW	20.6	+20.2	— 3.9
20.XI.	0 h	$15.^{50}$	21.6	SWzS	1225	0	1500	SW	7	NNE	46.3	+42.7	+17.2
	2 h	$17.^{50}$	23.6	SW	1200	0	1300	WSW	6,2	NE	82.3	+58.2	+58.2
	4 h	$19.^{50}$	1.5	SWzS		BB $^1/_2$	1100	SWzW	4,6	NE	46.3	+32.5	+32.5
	6 h	$21.^{50}$	3.4	S	1210	0	1000	WSW	7,6	NNE	30.9	+28.7	+11.6
20.XI.	8 h	$23.^{50}$	5.35	SzE	1220	0	1020	WSW	7,0	NW	10.3	+ 7.1	— 7.1
	10 h	$1.^{50}$	7.3	SSW	1200	BB 3	1100	WSW	6,3	NzW	20.6	+20.2	— 3.9
	11 h	$2.^{50}$	8.0	SSW	1200	0	1010	SWzW	5,3	NNE	30.9	+28.7	+11.6
	12 h	$3.^{50}$	9.0	SW	1210	BB 1	1150	SWzW	4	NE	25.7	+17.7	+17.7
	13 h	$4.^{50}$	9.9	SSW	1195	0	1150	SW	3,9	N	36.0	+36.0	0
	15 h	$6.^{50}$	11.9	SWzS	1200	0	1200	SWzS	3,8	NzE	46.3	+45.2	+ 8.8
	17 h	$8.^{50}$	13.8	SSW	1210	0	1200	SWzS	4,6	NNE	77.2	+71.4	+28.8
	19 h	$10.^{50}$	15.7	S	1150	0	1100	SWzS	5,3	N	30.9	+30.9	0
	21 h	$12.^{50}$	17.7	SW	1165	SB 4	1100	SW	4,6	NW	30.9	+21.9	—21.9
	23 h	$14.^{50}$	19.6	SSW	1200	0	1400	SWzW	8	WNW	25.7	+ 9.8	—23.0
21.XI.	0 h	$15.^{50}$	20.6	SWzS	1200	0	1300	SWzW	6,4	NNE	46.3	+42.7	+17.2
	1 h	$16.^{50}$	21.5	SW	1190	0	1350	SWzW	7	NNE	41.2	+38.0	+15.4
	3 h	$18.^{50}$	23.5	SW	1210	BB 4	1400	SW	6	NE	77.2	+54.4	+54.4
	5 h	$20.^{50}$	1.4	SWzS	1200	BB 2	1200	WSW	5	NNE	41.2	+38.0	+15.4
	7 h	$22.^{50}$	3.3	SzE	1210	0	800	W	4,3	SW	10.3	— 7.1	— 7.1
	9 h	$0.^{50}$	5.25	SEzS	1200	SB 5	750	SWzW	5	WSW	30.9	—11.6	—28.7
	11 h	$2.^{50}$	7.2	SW	1155	BB 6	1600	SWzW	4,6	WSW	46.3	—17.2	—42.7
	13 h	$4.^{50}$	8.9	SW	1165	BB 3	1750	SW	4,3	NzE	30.9	+30.4	+ 5.9

Tabellieren wir die Werte in üblicher Weise nach den Extremwerten, so erhalten wir (Tabelle 20) eine Periode von 11.7 Mondstunden, welche zweifellos auf die halbtägige Gezeit zurückzuführen ist.

TABELLE 20. Kursschwankung auf Ankerstation 135*a*.

Extreme	Eintrittszeit	Min.—Min. Max.—Max.	Wert	Schwankung
Max..	1.0	—	215	
Min.	7.0	12	161	54
Max..	13.0	11.8	215	54
Min.	18.8	10.5	195	20
Max..	23.5	10.7	223	28
Min.	5.5	11.8	200	23
Max..	11.3	11.5	214	14
Min.	17.0	12.2	190	24
Max..	23.5	12.0	215	25
Min.	5.0	11.5	180	35
Max..	11.0	11.2	210	30
Min.	16.2	11.8	186	24
Max..	22.8	13.1	220	34
Min.	5.3	—	175	45

Phase 11.7 Periode 11.7 Amplitude 15.8 Schwankung 31.5

Die Kursgleichung lautet:

$$\text{Kurs rw} = 203° + 15°.8 \cos \frac{2\pi}{12}(t - 11.7)$$

Die aus Reststrom und halbtägiger Gezeitenstromellipse abgeleitete theoretische Kursgleichung würde

$$\text{Kurs rw} = +40° \cos \frac{2\pi}{12}(t - 0.8) \text{ lauten.}$$

Relingslog-Beobachtungen. — Die in ca 1.8-stündigem Intervall ausgeführten Messungen des Oberflächenstromes sind, bereits in N- und E-Komponenten zerlegt, in Tabelle 19 verzeichnet. Die graphische Darstellung dieser Werte enthält Abbildung 19.

Zur Analyse standen 3 ganztägige Perioden zur Verfügung. Jede Periode wurde gesondert analysiert. Die erhaltenen Amplituden- und Phasenwerte sind in Tabelle 22 verzeichnet. Hieraus geht hervor, dass, obwohl die Amplituden der ersten und zweiten Periode für beide Komponenten und für beide Gezeitenwellen sehr verschiedener Grösse sind, die Phasen ausgezeichnet übereinstimmen. Dagegen weichen die Phasenwerte der dritten Periode der N-Komponente erheblich von denjenigen der ersten und zweiten Periode ab. Zur Erlangung eines Mittelwertes für Amplituden und Phasen über die ganze Beobachtungsdauer sind die Beobachtungswerte für jede volle Mondstunde der zwei ersten Perioden gemittelt und analysiert. Für diese Mittelbildung ist also die dritte Periode ausser Betracht gelassen worden. Diese Mittelwerte sind in Tabelle 22 beigefügt, und wenn wir weiter über Amplituden und Phasenwerte der oberflächlichen Gezeitenströme sprechen, dann sind immer diese Mittelwerte gemeint.

Die Analyse der Restwelle ergab folgende Werte:

$$\text{für die E-Komponente } 9.9 \cos \frac{2\pi}{7.0} (t - 3.8)^{1)}$$

$$\text{" " N- " } 9.7 \cos \frac{2\pi}{7.0} (t - 3.9)^{1)}$$

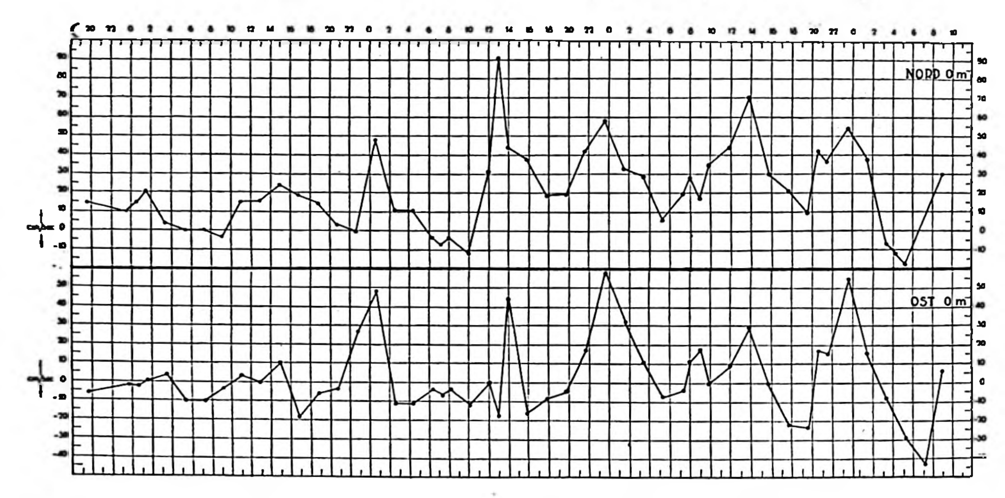


Abb. 19. Nord- und Ostkomponente des Oberflächenstromes auf Ankerstation 135*a*.

Die ganzen Gleichungen für die N- und E-Komponenten des Oberflächenstromes lauten demnach:

$$N_0 = +19.5 + 11.5 \cos \frac{2\pi}{24} (t - 19.5) + 16.0 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 1.4) + 9.7 \cos \frac{2\pi}{7.0} (t - 3.9)$$

$$E_0 = + \;4.3 + 13.0 \cos \frac{2\pi}{24} (t - 23.5) + 16.0 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 0.2) + 9.9 \cos \frac{2\pi}{7.0} (t - 3.8)$$

Strommessungen in der Tiefe. — Mit dem Ekman-Repetierstrommesser wurden in den Tiefen 20—50—75—100—150—200—400—600—800 und 1000 m während ca. 24 Stunden in 2-stündigem Intervall Strommessungen vorgenommen. Nur in 800 und 1000 m Tiefe betrug der Zeitintervall zwischen zwei Messungen 4 bis 5 Stunden.

Tabelle 21 enthält die reduzierten Werte. Die Beobachtungen sind im Grossen und Ganzen sehr gut, nur wenige mussten ausser Betracht gelassen werden.

Abbildungen 20 und 21 geben die graphische Darstellung der Beobachtungswerte für beide Komponenten. Ab 600 m Tiefe ist die Geschwindigkeitsskala der Deutlichkeit halber doppelt so gross genommen worden. Da die Zeitperiode, während der in 20 bis 100 m gemessen wurde, nicht dieselbe ist wie die Beobachtungszeit in 150 bis 1000 m, wurde für diese erste Periode der Verlauf der N- und E-Komponenten des Oberflächenstromes gezeichnet und beigefügt. Die meisten Kurven, sowohl für die N- wie die E-Komponente, zeigen bis in 800 m Tiefe einen deutlichen halbtägigen Gezeitencharakter. In 1000 m Tiefe dagegen scheint die ganztägige Welle die Erscheinung zu beherrschen.

Zu den Amplituden- und Phasenwerten (s. Tabelle 22), welche die harmonische Analyse dieser Wertreihen ergab, ist folgendes zu bemerken:

---

[1]) Bezogen auf den Monddurchgang im Ort um 16[h] Gr. Zeit des 17. November 1929.

TABELLE 21. Strommessungen in 20—50—75—100—150—200—400—600—800 und 1000 m. Tiefe auf Ankerstation 135*a*.

Datum Ortszeit 122°,5 E.L.	Greenwichzeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
			20 meter			
20.XI.1929	20.XI					
9^{05}	0^{55}	6.4	275	27.2	+ 2.4	—27.1
11^{02}	2^{52}	8.0	142	1.9	— 1.5	+ 1.1
13^{03}	4^{53}	10.0	25	35.9	+ 32.5	+ 15.2
15^{08}	6^{58}	12.0	32	72.5	+ 61.5	+ 38.5
17^{01}	8^{51}	13.8	19	57.7	+ 54.5	+ 18.8
19^{01}	10^{51}	15.7	349	20.7	+ 20.3	— 3.9
21^{05}	12^{55}	17.7	87	28.5	+ 1.5	+ 28.5
23^{11}	15^{01}	19.8	285	18.6	+ 4.8	—18.0
21.XI.29						
1^{08}	16^{58}	21.7	25	27.4	+ 24.9	+ 11.6
3^{04}	18^{54}	23.5	39	71.5	+ 55.6	+ 45.0
5^{10}	21^{00}	1.6	15	40.0	+ 38.6	+ 10.4
7^{03}	22^{53}	3.4	265	32.9	— 2.9	—32.8
	21.XI.'29					
9^{15}	1^{05}	5.5	239	45.6	—23,5	—39.1
10^{18}	2^{08}	6.5	275	20.3	+ 1.7	—20.2
			50 meter			
20.XI.'29	20.XI.'29					
9^{15}	1^{05}	6.6	249	30.1	—10.8	—28.1
11^{14}	3^{04}	8.2	269	9.7	— 0.2	— 9.7
13^{14}	5^{04}	10.2	49	30.4	+ 19.9	+ 22.9
15^{19}	7^{09}	12.2	59	53.4	+ 27.5	+ 45.8
17^{11}	9^{01}	14.0	65	25.3	+ 10.7	+ 22.0
19^{13}	11^{03}	15.95	212	19.8	—16.8	—10.5
21^{16}	13^{06}	17.9	212	25.3	—21.4	—13.4
23^{21}	15^{11}	19.9_5	109	8.8	— 2.8	+ 8.3
21.XI.						
1^{20}	17^{10}	21.8_5	82	23.5	+ 3.3	+ 23.3
3^{16}	19^{06}	23.7	52	61.4	+ 37.8	+ 48.4
5^{19}	21^{09}	1.5	32	32.7	+ 27.7	+ 17.4
7^{14}	23^{04}	3.5_5	292	26.0	+ 9.7	—24.1
	21.XI.					
9^{25}	1^{15}	5.7	199	31.1	—29.4	—10.1
10^{30}	2^{20}	6.7	142	15.7	—12.4	+ 9.7

Datum Ortszeit 122°,5 E.L.	Greenwichzeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
			75 meter			
20.XI.1929						
9^{25}	1^{15}	6.7	262	11.7	— 1.6	— 11.6
11^{29}	3^{19}	8.5	19	11.3	+ 10.7	+ 3.7
13^{25}	5^{15}	10.3	29	24.4	+ 21.4	+ 11.8
17^{21}	9^{11}	14.1	2	20.3	+ 20.3	+ 0.7
21^{26}	13^{16}	18.1	19	23.2	+ 21.9	+ 7.6
23^{31}	15^{21}	20.1	39	18.6	+ 14.5	+ 11.7
21.XI.29						
3^{29}	19^{19}	0.0	45	36.6	+ 25.9	+ 25.9
7^{26}	23^{16}	3.7	299	31.5	+ 15.2	— 27.5
	21.XI.					
10^{11}	2^{31}	6.9	215	9.7	— 8.0	— 5.6
			100 meter			
20.XI. 1929						
9^{37}	1^{27}	6.9	232	4.4	— 2.7	— 3.5
11^{42}	3^{32}	8.7	55	26.7	+ 15.3	+ 21.9
13^{36}	5^{26}	10.5	62	42.8	+ 20.1	+ 37.8
15^{30}	7^{20}	12.3	52	51.8	+ 31.9	+ 40.8
17^{31}	9^{21}	14.3	19	12.2	+ 11.5	+ 4.0
19^{26}	11^{16}	16.1	199	18.0	— 17.0	— 5.9
21^{37}	13^{27}	18.25	12	22.8	+ 22.3	+ 4.8
23^{41}	15^{31}	20.25	355	9.2	+ 9.2	— 0.8
21.XI						
1^{33}	17^{23}	22.0_5	12	19.8	+ 19.4	+ 4.2
3^{42}	19^{32}	0.1_5	42	34.5	+ 25.6	+ 23.1
5^{29}	21^{19}	1.8_5	12	15.9	+ 15.6	+ 3.3
7^{36}	23^{26}	3.9	355	23.2	+ 23.1	— 2.0
	21.X.					
9^{35}	1^{25}	5.8	332	15.2	+ 13.5	— 7.1
10^{52}	2^{42}	7.0_5	332	22.6	+ 19.9	— 10.6
12^{59}	4^{49}	8.9	32	24.4	+ 20.7	+ 12.9
13^{14}	5^{04}	9.1	39	29.9	+ 23.2	+ 18.8

Datum Ortszeit 122°,5 E.L.	Greenwichzeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
			150 meter			
19.XI.'29	18.XI.'29					
5^{04}	20^{54}	3.5	152	7.8	— 6.9	+ 3.7
	19.XI.					
7^{06}	22^{56}	5.5	272	34.5	+ 1.2	—34.5
9^{06}	0^{56}	7.4	219	29.5	—22.9	—18.6
11^{08}	2^{58}	9.2	325	22.8	+18.6	—13.1
13^{03}	4^{53}	11.0	22	21.4	+19.9	+ 8.0
14^{54}	6^{44}	12.8	35	28.1	+23.0	+16.2
17^{06}	8^{56}	15.0	169	15.7	—15.4	+ 3.0
20^{20}	12^{10}	18.1	275	23.5	+ 2.0	—23.4
21^{18}	13^{08}	19.0	299	23.7	+11.5	—20.7
23^{06}	14^{56}	20.8	319	29.9	+22.5	—19.6
20.XI.						
1^{25}	17^{15}	23.0	19	24.6	+23.2	+ 8.0
3^{25}	19^{15}	0.9_5	22	29.9	+27.7	+11.2
5^{09}	20^{59}	2.6	235	28.3	—16.3	—23.2
7^{05}	22^{55}	4.5	249	41.0	—14.7	—38.3
			200 meter			
19.XI.'29	18.XI.'29					
5^{16}	21^{06}	3.7	225	27.8	—19.7	—19.7
7^{17}	23^{07}	5.7	252	39.3	—12.2	—37.4
	19.XI.					
9^{17}	1^{07}	7.6	195	20.3	—19.6	— 5.3
11^{19}	3^{09}	9.4	92	5.5	— 0.2	+ 5.5
13^{14}	5^{04}	11.2	42	18.2	+13.5	+12.2
15^{05}	6^{55}	13.0	62	9.4	+ 4.4	+ 8.3
17^{10}	9^{00}	15.1_5	225	2.6	— 1.8	— 1.8
20^{31}	12^{21}	18.2_5	262	19.8	— 2.8	—19.6
21^{29}	13^{19}	19.2	212	25.3	—21.3	—13.4
23^{17}	15^{07}	20.9_5	285	12.4	+ 3.2	—12.0
20.XI.						
1^{37}	17^{27}	23.2	242	10.1	— 4.8	— 8.9
3^{39}	19^{29}	1.1_5	125	13.1	— 7.6	+10.7
5^{19}	21^{09}	2.7_5	242	11.3	— 5.3	—10.0
7^{15}	23^{05}	4.6	242	37.7	—17.7	—33.3

Datum Ortszeit 122°,5 E.L.	Greenwichzeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
			400 meter			
19.XI.1929	18.XI.'29					
5^{33}	21^{23}	4.0	205	26.0	—23.6	—11.0
7^{29}	23^{19}	5.9	225	21.6	—15.3	—15.3
	19.XI.					
9^{30}	1^{20}	7.8	117	13.4	— 6.1	+ 12.0
11^{32}	3^{22}	9.6	25	26.2	+ 23.8	+ 11.1
13^{26}	5^{16}	11.4	35	8.1	+ 6.7	+ 4.7
15^{19}	7^{09}	13.2	25	13.8	+ 12.5	+ 5.8
17^{35}	9^{25}	15.4	199	13.1	—12.4	— 4.2
20^{44}	12^{34}	18.5	275	18.4	+ 1.6	—18.3
21^{42}	13^{32}	19.4	335	21.9	+ 19.8	— 9.3
23^{30}	15^{20}	21.1_5	339	20.0	+ 18.7	— 7.2
20.XI.						
1^{59}	17^{49}	23.5_5	359	25.5	+ 25.5	— 0.5
3^{54}	19^{44}	1.4	302	3.7	+ 1.9	— 3.1
5^{31}	21^{21}	2.9_5	202	16.1	—14.9	— 6.0
7^{30}	23^{20}	4.9	232	29.9	—18.4	—23.5
21.XI.	21.XI.					
11^{10}	3^{00}	7.3_5	159	21.4	—20.0	+ 7.7
			600 meter			
19.XI.	18.XI.					
6^{00}	21^{50}	4.4	212	17.3	—14.7	— 9.2
7^{44}	23^{34}	6.1	205	20.3	—18.4	— 8.6
	19.XI.					
11^{46}	3^{36}	9.8	32	15.4	+ 13.1	+ 8.1
15^{37}	7^{27}	13.5	45	12.4	+ 8.8	+ 8.8
22^{10}	14^{00}	19.8_5	132	8.3	— 5.6	+ 6.1
23^{43}	15^{33}	21.3_5	15	9.0	+ 8.7	+ 2.3
20.XI.						
7^{43}	23^{33}	5.1	202	25.3	—23.5	— 9.5
			800 meter			
19.XI.1929	18.XI.					
6^{15}	22^{05}	4.7	282	8.8	+ 1.9	— 8.6
	19.XI.					
9^{45}	1^{35}	8.0	297	25.3	+ 11.5	—22.6
15^{57}	7^{47}	13.8_5	55	22.1	+ 12.7	+ 18.1
17^{57}	9^{47}	15.8	35	7.8	+ 6.5	+ 4.5
22^{24}	14^{14}	20.1	312	21.9	+ 14.6	—16.2
20.XI.						
2^{15}	18^{05}	23.8	292	14.5	+ 5.4	—13.5
5^{52}	21^{42}	3.3	122	17.0	— 9.0	+ 14.4
7^{58}	23^{48}	5.3	212	18.0	—15.3	— 9.0
21.XI.	21.XI.					
11^{33}	3^{23}	7.7	315	6.2	+ 4.4	— 4.4

Datum Ortszeit 122°,5 E.L.	Greenwichzeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
			1000 meter			
19.XI.	18.XI.					
6^{32}	22^{22}	4.95	129	24.4	— 15.3	+ 19.0
	19.XI.					
10^{02}	1^{52}	18.1	142	23.5	— 18.5	+ 14.5
18^{15}	10^{05}	16.0_5	132	18.6	— 12.4	+ 13.8
22^{38}	14^{28}	20.3	49	15.9	+ 10.4	+ 12.0
20.XI.						
2^{32}	18^{22}	0.1	279	4.4	+ 0.7	— 4.4
6^{09}	21^{59}	3.6	115	8.8	— 3.7	+ 8.0
	20.XI.					
8^{17}	0^{07}	5.6	182	14.0	— 14.0	— 0.5

TABELLE 22. Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse der Strombeobachtungen auf Ankerstation 135*a*.

	Tiefe in m	Reststrom	24-stdg. Welle		12-stdg. Welle	
			Ampl. cm/sec	Phase Std.	Ampl. cm/sec	Phase Std.
N	1. Periode 0 m . .	+ 12.0	5.5	19.5	10.8	1.8
N	2. „ 0 m . .	+ 26.0	17.5	19.5	21.4	1.2
N	3. „ 0 m . .	+ 29.0	14.7	16.0	20.9	11.7
N	$\sum \frac{1+2}{2}$ per 0 . . .	+ 19.5	11.5_5	19.5	16.0	1.4
N	20 . . .	+ 21.5	11.0	15.6	30.3	0.1
N	50 . . .	+ 5.0	5.6	3.9	23.2	0.0
N	75 . . .	+ 17.0	6.3	18.4	6.5_5	1.5
N	100 . . .	+ 15.0	4.9	3.7	8.0	11.4
N	150 . . .	+ 7.0	6.1	20.4	17.1	10.8
N	200 . . .	— 5.0	6.6	14.7	8.0	11.8
N	400 . . .	+ 3.5	7.9	18.9	16.9	10.4
N	600 . . .	+ 1.0	7.7	15.3	13.3	10.9
N	800 . . .	+ 7.3	6.8	14.7	5.8	9.1
N	1000 . . .	— 7.4	12.4	21.9	2.3	9.9
E	1. Periode 0 m . .	+ 1.0	9.1	23.2	15.5	11.9
E	2. „ 0 m . .	+ 7.0	16.9	23.8	17.1	0.5
E	3. „ 0 m . .	+ 6.0	4.4_5	1.2	20.3	11.7
E	$\sum \frac{1+2}{2}$ per 0 . . .	+ 4.3	13.0	23.5	16.0	0.2
E	20 . . .	+ 5.0	10.9	15.4	21.5	11.5
E	50 . . .	+ 8.0	6.4	17.7	27.0	11.6
E	75 . . .	+ 4.0	10.3	18.6	12.6	10.5
E	100 . . .	+ 9.5	9.5	11.1	15.8	11.2
E	150 . . .	— 8.0	5.7	14.5	17.4	0.4
E	200 . . .	— 7.0	7.3	13.0	13.8	11.8
E	400 . . .	— 3.2	6.8	10.1	7.8	11.1
E	600 . . .	— 0.2	9.0	14.2	3.4_5	10.1
E	800 . . .	— 4.8	5.1_5	14.0	13.7	2.3
E	1000 . . .	+18.5–0.77 t	2.1	15.6	2.8	5.1

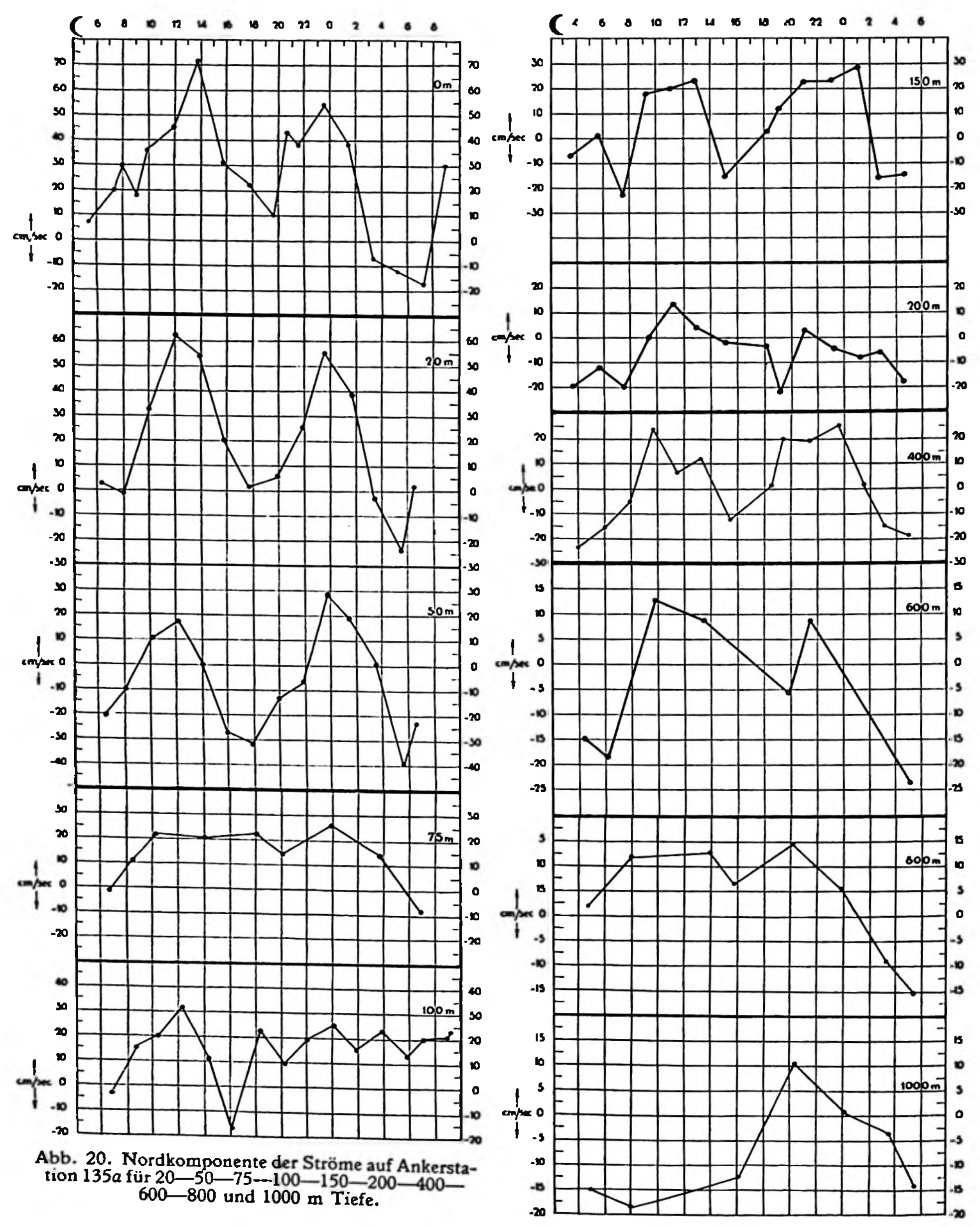


Abb. 20. Nordkomponente der Ströme auf Ankerstation 135*a* für 20—50—75—100—150—200—400—600—800 und 1000 m Tiefe.

Abb. 20*a*. Nordkomponente des Oberflächenstromes für die Beobachtungszeit während welcher die Strommessungen in 20—100 m. Tiefe stattfanden.

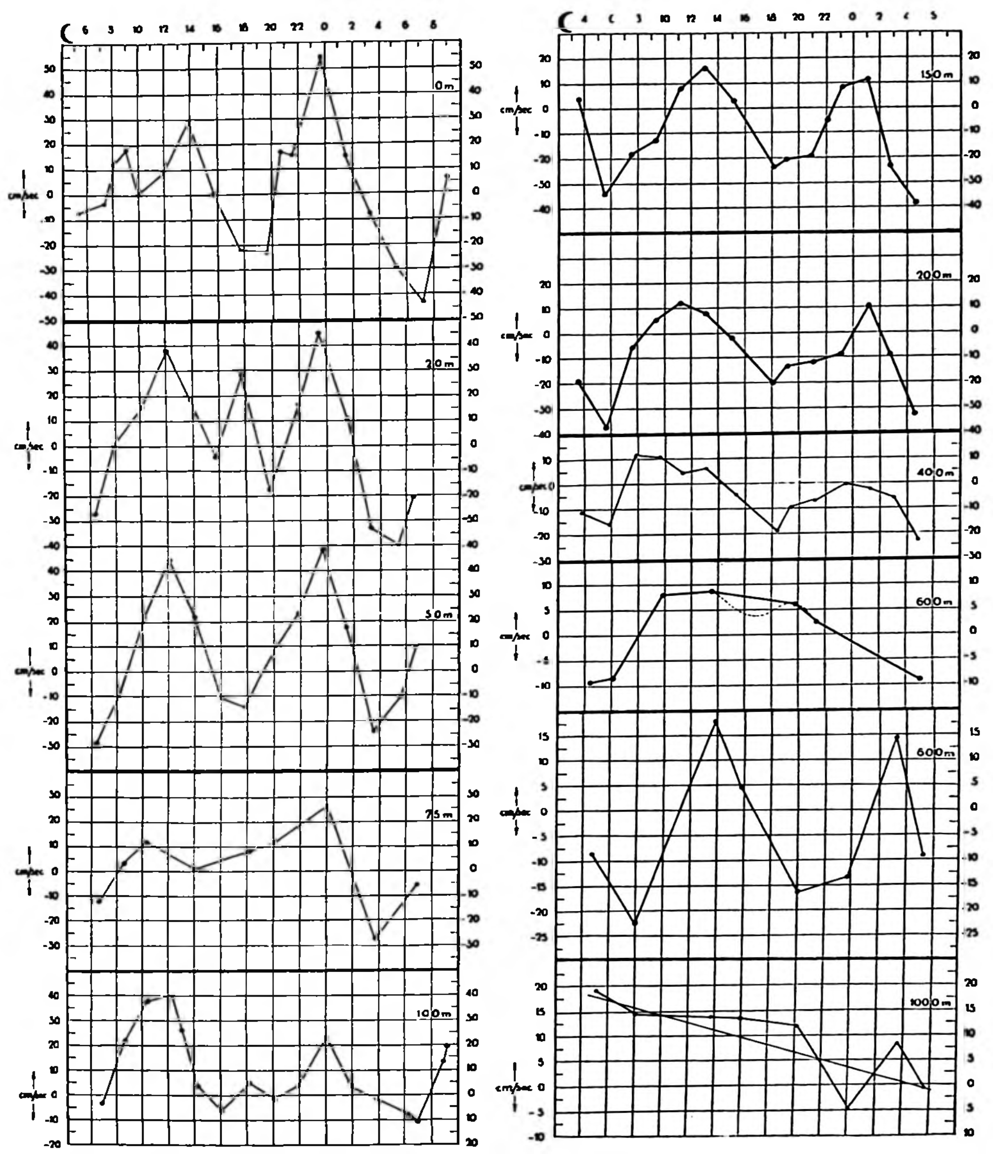


Abb. 21*a*. Ostkomponente des Oberflächenstromes für die Beobachtungszeit während welcher die Strommessungen in 20—100 m Tiefe stattfanden.

Abb. 21*b*. Ostkomponente der Ströme auf Ankerstation 135*a* für 20—50—75—100—150—200—400—600—800 und 1000 m Tiefe.

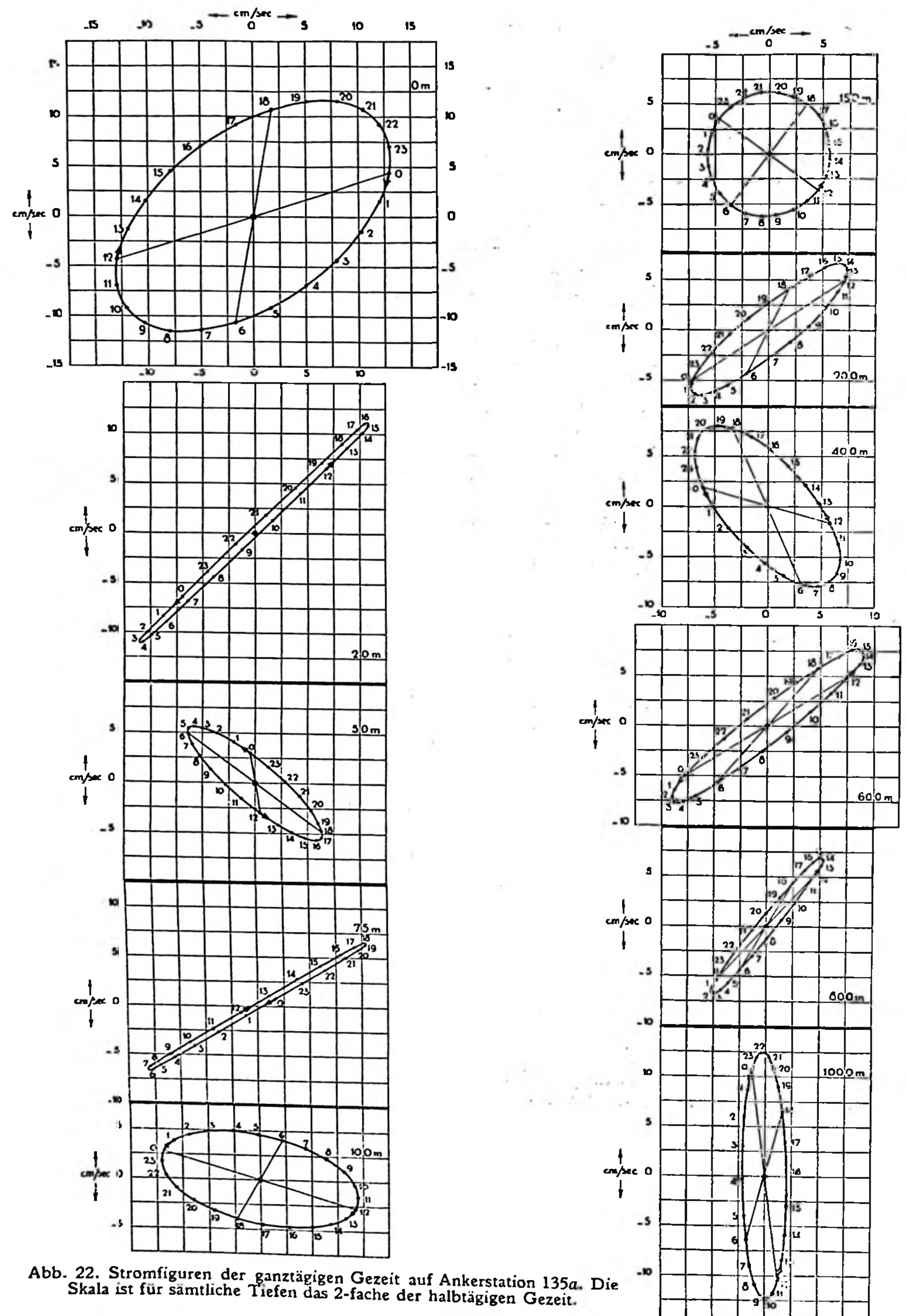


Abb. 22. Stromfiguren der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 135a. Die Skala ist für sämtliche Tiefen das 2-fache der halbtägigen Gezeit.

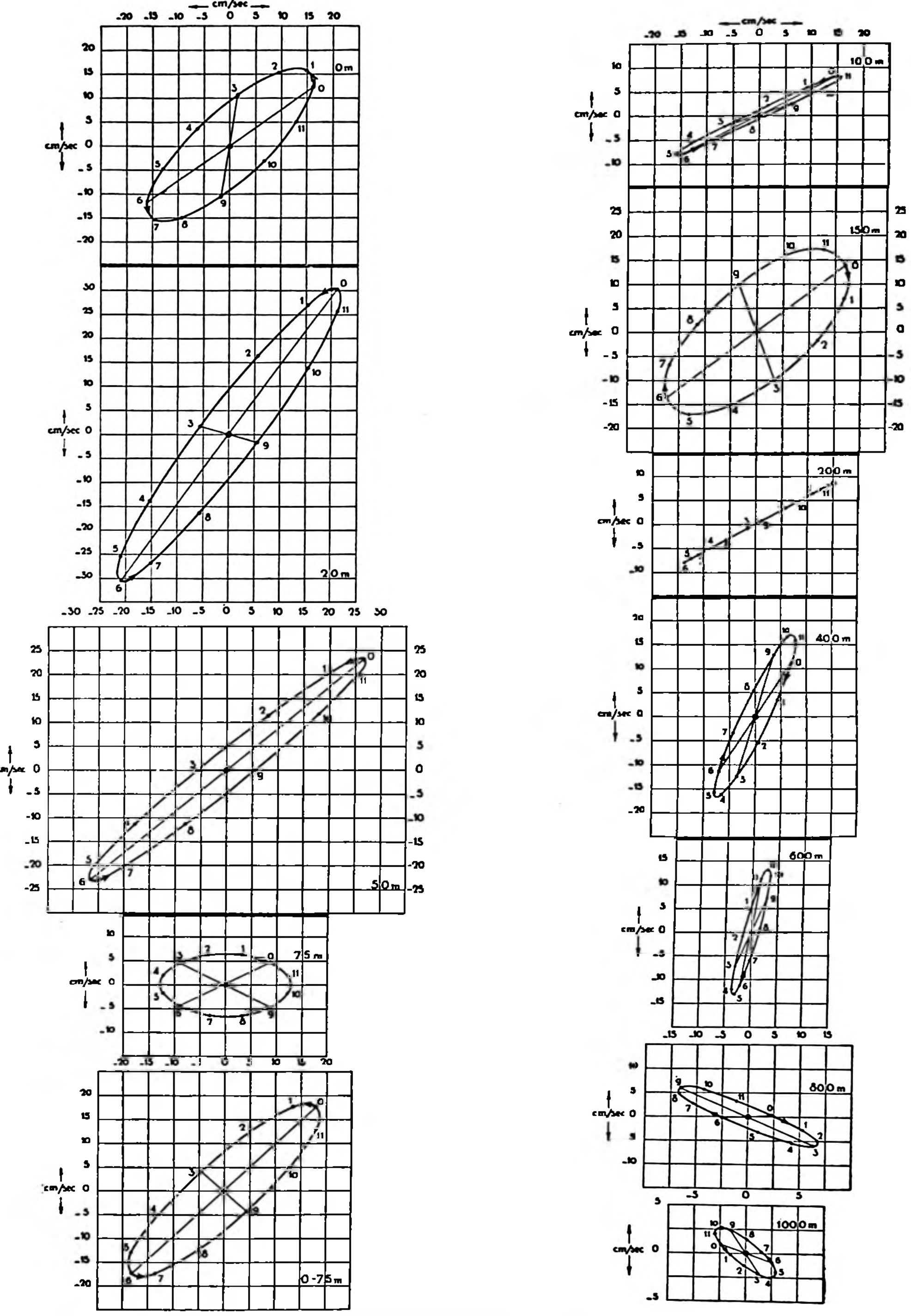


Abb. 23. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 135*a*. Die 1000 m Ellipse ist auf 2 fache Skala gezeichnet.

N-Komponente. — Bei der ganztägigen Gezeit fällt das Amplitudenmaximum auf 1000 m Tiefe. Die grosse Streuung der Phasenwerte ist wohl charakteristisch für die ganztägige Gezeitenwelle. Auch die Amplitude der halbtägigen Gezeit zeigt für beide Komponenten in 600 und 800 m Tiefe grosse Werte.

Die mittlere Phase der halbtägigen Welle ist für die N-Komponente bis 800 m Tiefe 11.8 Mondstunden; die Streuung gering. Auch bei der E-Komponente ändert sich der Phasenwert der 12-stündigen Welle sehr wenig mit der Tiefe und beträgt, wenn man die Tiefenwerte in 800 und 1000 m weglässt, durchschnittlich 11.4 Mondstunden.

Stromellipsen. — Die schmalen Stromellipsen der ganz- und halbtägigen Gezeit sind in Abb. 22 und 23 abgebildet. Der Deutlichkeit wegen ist die Skala der ganztägigen Stromellipsen das Doppelte von jener der halbtägigen Gezeit. Bei der halbtägigen Ellipse der 1000 m Tiefe wurde ihrer Kleinheit wegen eine doppelt so grosse Skala benutzt wie sonst. Die Orientierung der ganztägigen

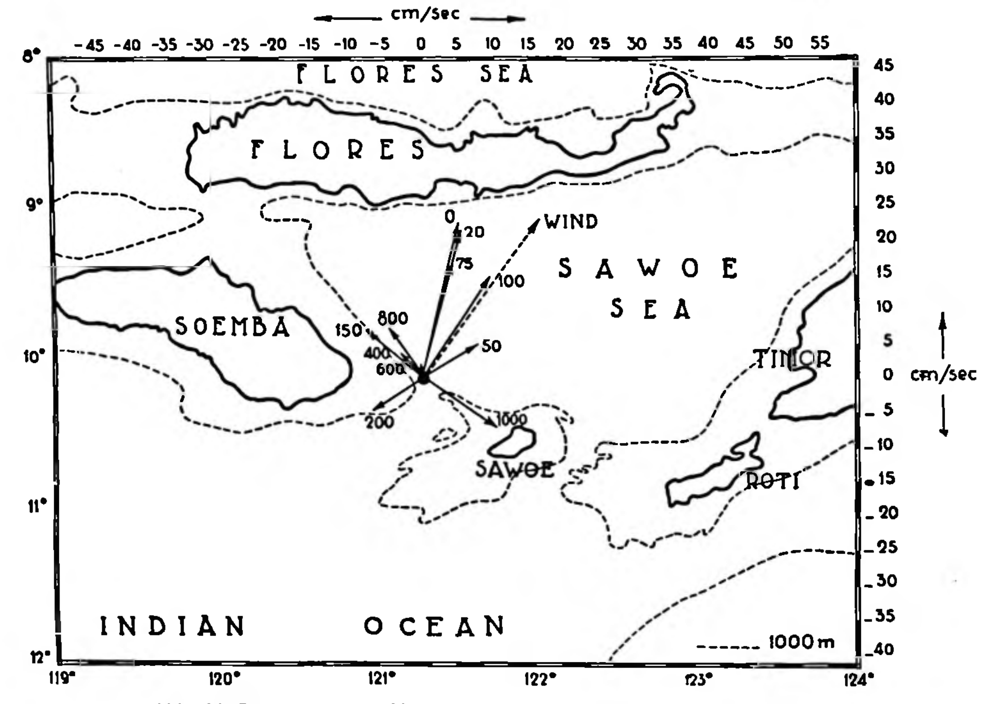


Abb. 24. Restströme und Situationskarte mit Tiefenlinie auf Ankerstation 135*a*.

Stromellipsen ist für die meisten Tiefen NE, ausser für 50—100 und 400 m Tiefe, wo die Hauptrichtung NW ist.

Die halbtägigen Gezeitenstromellipsen liegen alle in der NE Richtung. Nur die in 75 m zeigt nach E und die 800 und 1000 m. nach NW. Die Phase hat eine Tendenz, sich bei zunehmender Tiefe zu verfrühen. Die wichtigsten Elemente der Stromellipsen sind in Tabelle 23 übersichtlich zusammengestellt.

Restströme. — Der Figur 24 und der Tabelle 24, welche die Restströme tabellarisch darstellen, kann man folgendes entnehmen:

Die Oberschicht 0 bis 100 m zeigt ein deutliches Hineinströmen von Wasser des Indischen Ozeans ins Sawoe-Meer in N-NE Richtung. Die Mittelschicht 200 bis 800 m weist eine deutliche W-Komponente auf.

TABELLE 23. Gezeitenströme auf Ankerstation 135*a*.

Tiefe	Hauptrichtung	Maximale Stärke cm/sec	Phase in Mondzeit	Verhältnis der kleinen Achse zur grossen der Stromellipse	Umlaufssinn der Stromellipse
			Ganztägige Gezeit		
0 m	N 51.5 E	15.1	21.9	0.570	contra solem
20 m	N 45 E	15.5	15.4	0.037	cum sole
50 m	N 49.5 W	8.3	4.9	0.240	cum sole
75 m	N 58.5 E	12.1	18.4	0.044	contra solem
100 m	N 77 W	9.7	23.3	0.464	contra solem
150 m	N 10.5 E	6.1	19.8	0.935	cum sole
200 m	N 48 E	9.6	13.7	0.219	cum sole
400 m	N 38.5 W	9.5	8.2	0.442	cum sole
600 m	N 49.5 E	11.7	14.7	0.145	cum sole
800 m	N 37.5 E	8.5	14.4	0.094	cum sole
1000 m	N 0.7 W	12.4	21.9	0.169	cum sole
			Halbtägige Gezeit		
0 m	N 45 E	21.5	0.8	0.321	cum sole
20 m	N 35 E	36.7	11.9	0.150	cum sole
50 m	N 49.5 E	35.4	11.7	0.111	cum sole
75 m	E	12.5	10.5	0.520	cum sole
0—75 m	N 45.6 E	25.5	0.1	0.353	cum sole
100 m	N 63 E	17.7	11.2	0.047	cum sole
150 m	N 46 E	22.3	11.6	0.444	contra solem
200 m	N 60 E	16.0	11.8	0.000	alternierend
400 m	N 25 E	18.4	10.6	0.147	contra solem
600 m	N 13.5 E	14.0	10.8	0.100	cum sole
800 m	N 68.5 W	14.7	8.4	0.150	contra solem
1000 m	N 52 W	3.4	10.6	0.324	cum sole

TABELLE 24. Restströme auf Ankerstation 135*a*.

Tiefe in m	N-Komponente N + S —	E-Komponente E + W —	Resultante	
			Richtung	Stärke cm/sec
0 über 3 Perioden	+ 22.5	+ 5.0	N 12.5 E	23
20	+ 21.5	+ 5.0	N 13 E	22
50	+ 5.0	+ 8.0	N 59 E	9.5
75	+ 17.0	+ 4.0	N 13 E	17.5
100	+ 15.0	+ 9.5	N 32.5 E	18
150	+ 7.0	— 8.0	N 49 W	10.5
200	— 5.0	— 7.0	S 55 W	9
400	+ 3.5	— 3.2	N 44 W	5
600	+ 1.0	— 0.17	N	1
800	+ 7.3	— 4.8	N 33 W	9
1000	— 7.4	+ 10.5	S 54.5 E	13

In 200 m Tiefe ist der Reststrom genau so stark und entgegengesetzt zu demjenigen in 50 m Tiefe. In 1000 m Tiefe geht der Reststrom in entgegengesetzter Richtung von dem der Mittelschicht. Wahrscheinlich ist diese Strömung als ein Kompensationsstrom aufzufassen.

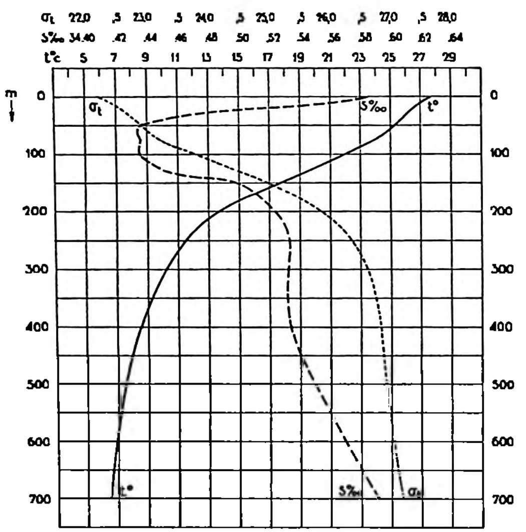


Abb. 25. Mittlere vertikale Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes und der Dichte auf Ankerstation 135*a*.

Ozeanographische Serienmessungen auf Ankerstation 135a. — Ab 21.30 h des 17. bis 23.22 h des 18.11. 29 wurden insgesamt 14 ozeanographische Serien bis 700 m Tiefe in rund 2-stündigem Intervall ausgeführt. Durch sie erhielt man Temperatur- und Salzgehaltbeobachtungen für die Solltiefen von 0—50—75—100—150—200—250—400 und 700 m.

Da auch in 20 m. Tiefe Strommessungen ausgeführt worden sind, wurden zwecks besseren Vergleichs Temperatur- Salzgehalt- und Dichtewerte für 20 m. Tiefe den Kurven des vertikalen Aufbaues, welche für jede Serie gezeichnet wurden, entnommen.

Alle Werte wurden auf wahre Tiefe reduziert und sind in Tabelle 25 übersichtlich zusammengefasst. Nach Mittelwerten aus allen Beobachtungen (s. Tabelle 26) ist die Figur 25 gezeichnet worden. Sie enthält den *mittleren* vertikalen Aufbau des Meeres auf Ankerstation 135*a*.

TABELLE 25. Ozeanographische Wiederholungsserien auf der Ankerstation 135*a*.

	17.XI.1929						18.XI.1929		
	Serie I. Zeit 21.30 h ☾ 21.3			S. II. 23.35 h ☾ 23.4			S. III. 1.28 h ☾ 1.1		
Tiefe	T	S	σ_t	T	S	σ_t	T	S	σ_t
0	27.6	34.58	22.231	27.5	34.58	22.264	27.5	34.54	22.236
20	26.2	.53^{3}	22.640	26.1	.52^{2}	22.662	26.3	.49^{8}	22.581
50	24.37	.45	23.133	24.44	.43	23.103	24.61	.43	23.054
75	23.20	.45	23.476	23.84^{5}	.45	23.289	24.30	.42	23.126
100	20.26	.43	24.279	20.97	.43	24.091	21.13	.42	24.029
150	17.09	.51	25.135	17.12^{5}	.49	25.107	17.54^{5}	.47	24.991
200	13.45	.52	25.948	13.07	.54	26.046	13.63	.51	25.902
250	11.21^{5}	.54	26.401	10.87^{5}	.51	26.435	11.00	.51	26.412
400	8.70	.54	26.829	8.60	.54	26.844	8.85	.52	26.786
700	6.58	.61	27.197	6.55	.60	27.180	6.55	.56	27.152

	S. IV. 3.28 h ☾ 3.0			S. V. 5.32 h ☾ 5.0			S. VI. 7.28 h ☾ 6.8		
Tiefe	T	S	σ_t	T	S	σ_t	T	S	σ_t
0	27.5	34.60	22.273	27.4	34.58	22.296	27.5	34.58	22.264
20	26.7	.52^{6}	22.479	26.6	.51^{6}	22.501	26.6	.52^{3}	22.507
50	25.48	.42	22.769	25.26	.43	22.855	25.25	.45	22.868
75	24.39	.42	23.099	24.38	.45	23.130	24.64	.45	23.052
100	22.65^{5}	.42	23.604	23.89	.45	23.276	23.63^{5}	.43	23.341
150	19.32	.49	24.563	18.70	.51	24.740	17.13	.54	25.153
200	13.52^{5}	.49	25.905	13.45	.52	25.948	13.34^{5}	.54	25.990
250	11.51^{5}	.52	26.326	11.15	.54	26.413	11.45^{5}	.56	26.367
400	9.01	.51	26.751	8.98	.52	26.766	8.84^{5}	.52	26.788
700	6.29	.60	27.215	6.56	.60	27.179	6.60	.58	27.164

	S. VII. 9.22 ☾ 8.7			S. VIII. 11.23 h ☾ 10.6			S. IX. 13.23 h ☾ 12.7		
Tiefe	T	S	σ_t	T	S	σ_t	T	S	σ_t
0	27.9	34.56	22.116	27.8	34.61	22.195	28.0	34.61	22.131
20	26.7	$.51^{2}$	22.467	26.5	$.53^{0}$	22.546	26.6	$.54^{4}$	22.525
50	25.10	.45	22.914	24.93^{5}	.43	22.955	24.89	.45	22.977
75	24.09	.45	23.217	23.73	.43	23.313	24.00	.45	23.244
100	21.13	.43	24.048	21.08	.43	24.061	22.36	.45	23.716
150	17.17	.51	25.121	17.46^{5}	.51	25.044	17.87	.49	24.927
200	13.58	.54	25.941	13.16	.52	26.007	14.53	.51	25.713
250	11.35^{5}	.52	26.356	11.03	.54	26.435	11.46	.54	26.355
400	8.69	.54	26.831	8.50	.54	26.860	8.41	.54	26.873
700	6.37^{5}	.60	27.204	6.45	.58	27.184	6.67	.60	27.165

	S. X. 15.22 h ☾ 14.5			S. XI. 17.21 h ☾ 16.4			S. XII. 19.25 h ☾ 18.4		
Tiefe	T	S	σ_t	T	S	σ_t	T	S	σ_t
0	27.9	34.56	22.116	27.8	34.58	22.167	27.6	34.60	22.241
20	26.6	$.51^{6}$	22.501	26.4	$.51^{8}$	22.566	26.5	$.53^{6}$	22.551
50	25.20	.43	22.874	25.21	.43	22.871	25.21	.45	22.880
75	24.62^{5}	.43	23.048	24.71	.43	23.022	24.21	.43	23.172
100	23.52	.42	23.346	23.87	.45	23.282	21.10	.43	24.056
150	17.96	.49	24.906	17.82	.51	24.959	17.98	.51	24.921
200	14.60	.52	25.777	13.88^{5}	.54	25.878	13.97	.54	25.861
250	12.53	.54	26.152	11.59	.54	26.332	11.68	.54	26.315
400	9.03	.54	26.777	8.91^{5}	.54	26.796	8.90	.54	26.798
700	6.37	.61	27.224	6.45^{5}	.60	27.195	6.63	.60	27.170

	S. XIII. 21.22 h ☾ 20.3			S. XIV. 23.22 h ☾ 22.2		
Tiefe	T	S	σ_t	T	S	σ_t
0	27.5	34.60	22.273	27.4	34.61	22.324
20	26.4	$.52^{4}$	22.571	26.3	.53	22.609
50	24.68	.42	23.012	24.68	.43	23.031
75	23.11	.42	23.474	23.67	.43	23.331
100	21.15	.45	24.051	21.06^{5}	.45	24.073
150	17.13	.49	25.105	17.49^{5}	.49	25.017
200	14.51^{5}	.52	25.725	12.87	.51	26.057
250	11.31	.52	26.364	10.94	.54	26.452
400	8.47	.54	26.865	8.51^{5}	.54	26.858
700	6.48	.58	27.180	6.40	.58	27.191

TABELLE 26. Vertikaler Aufbau auf Ankerstation 135*a*.

Tiefe in m	T°/c	S°/°°	σ_t
0	27.63^{6}	34.58^{5}	22.223
20	26.46	34.52^{3}	22.550
50	24.95	34.43^{6}	22.950
75	24.06	34.43^{6}	23.214
100	21.99	34.43^{5}	23.804
150	17.70	34.50^{0}	24.978
200	13.68^{4}	34.52^{3}	25.902
250	11.36^{5}	34.53^{3}	26.365
400	8.74^{4}	34.53^{4}	26.816
700	6.50	34.59^{3}	27.186

Die Temperatur an der Oberfläche (27.6°) fällt rasch bis 200 m. auf 13.7° ab. Von dieser Tiefe ab geht die Temperaturabnahme viel langsamer vor sich. In 700 m. Tiefe registrierte man noch 6.5°. Der Salzgehalt zeigt eine sehr gut ausgeprägte Schichtung; die Oberschicht (0 bis 50 m) hat einen äusserst raschen Abfall von 34.59‰ (in 0 m) auf 34,43‰ (in 50 m), die Mittelschicht von 50 bis 100 m. Tiefe ist homohalin, dann nimmt der Salzgehalt wieder zu und erreicht in 700 m. Tiefe den Oberflächenwert.

Die allmähliche Temperaturabnahme und der gut ausgebildete Sprung in der Salzgehaltverteilung ergeben eine Dichteverteilung, ähnlich wie bei Ankerstation 39*a*. Keine ausgesprochene Sprungschicht, doch von 0 bis 75 m. eine ziemlich rasche, ab 75 bis 200 m. eine sehr erhebliche Zunahme der Dichte, welche in 200 m. Tiefe in die übliche Dichtezunahme mit der Tiefe übergeht. Unterhalb 700 m. ist der Wasserkörper recht gleichförmig.

Temperatur- und Dichteschwankungen. — In Abbildungen 26 und 27 findet man die graphischen Darstellungen über den zeitlichen Verlauf der Temperatur und Dichte während der Verankerung. Die Salzgehaltänderungen wurden weder graphisch eingetragen, noch, der ausserordentlichen Kleinheit der Amplitude wegen, weiter in Betracht gezogen (in 50 und 150 m 0.005‰ bezw. 0.015 ‰ für die halbtägige Welle). Die Amplituden der Salzgehaltschwankungen sind hier so klein, dass den Phasen keine Bedeutung zukommen kann. Deshalb sind nur Temperatur- und Dichtewerte eingehend in üblicher Weise harmonisch analysiert worden. Es ist noch zu bemerken, dass sowohl für die Temperatur- als für die Dichtekurven der Masstab verschieden ist je nach der Tiefe; dies war notwendig, um kleine Schwankungen deutlicher hervortreten zu lassen.

Temperatur. — Der Temperaturverlauf an der Oberfläche (s. Abbildung 26) zeigt einen sehr deutlichen täglichen Gang (s. Tabelle 27).

Die Eintrittszeiten der Extremen waren:

Maximum	13.3 h	28.0°	〉 Schwankung 0.6°	Anstieg	7.7 St.
Minimum	5.6 h	27.4°		Abfall	16.3 St.

In 20 m Tiefe ist der Einfluss des täglichen Ganges der Oberfläche kaum zu finden, weil er bedeckt wird durch den halbtägigen Gezeitencharakter der tieferen Schichten.

Schon in 50 m Tiefe zeigt die Temperaturkurve eine sehr ausgeprägte Schwankung mit gezeitartigem Charakter, welche in 100 m am Deutlichsten hervortritt. Das Ausmass der Schwankungen, welche am Fuss der Tabelle 29 verzeichnet sind, deutet auf die Lage der Sprungschicht, welche, obwohl nicht gut ausgebildet, sicherlich innerhalb der 100—150 m Schicht liegt; ab 100 m flauen die Beträge der Schwankungen mit zunehmender Tiefe ab und in 400 m ist die Schwankung gleich gross wie in 20 m Tiefe.

Ganztägige Welle. — Die ganztägige Welle weist bei der Amplitudenverteilung ein Maximum in 100 m Tiefe auf, sofort gefolgt von einem scharfen Rückfall in 150 m.

Von 50 bis 100 m Tiefe im oberen Teil der Sprungschicht finden wir eine übereinstimmende Phase, deren Mittelwert 9.1 Mondstunden ist. Dann sehen wir in 150 m Tiefe den sonderbaren Phasenwert von 4.8 Mondstunden. Der mittlere Phasenwert für die Tiefe 200 bis 250 m ist 15.0 Mondstunden.

Fassen wir zusammen:

Die Phasen der Ober- und Unterschicht sind um $^1/_4$ Periode von einander verschieden. Sie sind durch eine dünne Wasserschicht getrennt, deren Phase um $^1/_2$ Periode von jener der Unterschicht differiert.

Halbtägige Welle. — Das Maximum der Amplitude wird wieder in 100 m Tiefe gefunden, fällt dann aber sehr rasch ab. Die Phasenwerte sind sehr übereinstimmend: mittlere Phase (0—400 m) 3.6 Mondstunden.

Dichte. — Der Verlauf der Dichte ist, wie zu erwarten, genau invers der Temperatur (s. Tabelle 28 und Abb. 30) und gibt keinen Anlass zu besonderen Betrachtungen.

TABELLE 27. Täglicher Gang der Temperatur an der Oberfläche und in 20 m auf Ankerstation 135*a*.

⊙ St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0 m 27.50	27.50	27.50	27.50	27.48	27.43	27.42	27.47	27.60	27.83	27.86	27.81	27.88	**27.98**	27.96	27.91	27.86	27.81	27.70	27.61	27.55	27.50	27.51	27.52
20 m 26.13	26.24	26.38	26.57	26.68	26.63	26.60	26.60	26.62	**26.68**	26.62	26.51	26.54	26.58	26.60	26.60	26.51	26.41	26.45	26.50	26.44	26.40	26.26	26.13

Tiefe	Schwankung	Eintrittszeit in ⊙ St Maximum	Eintrittszeit in ⊙ St Minimum	Anstieg	Abfall
0	0.56	13.3	5.6	7.7	16.3
20	0.55	6.4	23.5	6.9	17.1

Verfrühung 6.9 6.1

Mittel 6.5

TABELLE 28. Täglicher Gang der Dichte an der Oberfläche und in 20 m auf Ankerstation 135*a*.

⊙ St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0 m 22.260	.240	.245	.260	.275	**.290**	.290	.270	.220	.135	.145	.190	.157	.135	.125	.115*	.135	.160	.195	.225	.250	.265	.263	.262
20 m 22.650	.600	**.560**	.510	.485	.495	.500	.505	.495	.457*	.495	.535	.535	.525	.515	.505	.525	.555	.560	.550	.555	.565	.615	.630

Tiefe	Schwankung	Eintrittszeit in ⊙ St. Maximum	Eintrittszeit in ⊙ St. Minimum	Anstieg	Abfall
0	0.175	5.6	15.2	14.4	9.6
20	0.193	23.7	9.3	14.4	9.6

Verfrühung 5.9 5.9

Mittel 5.9

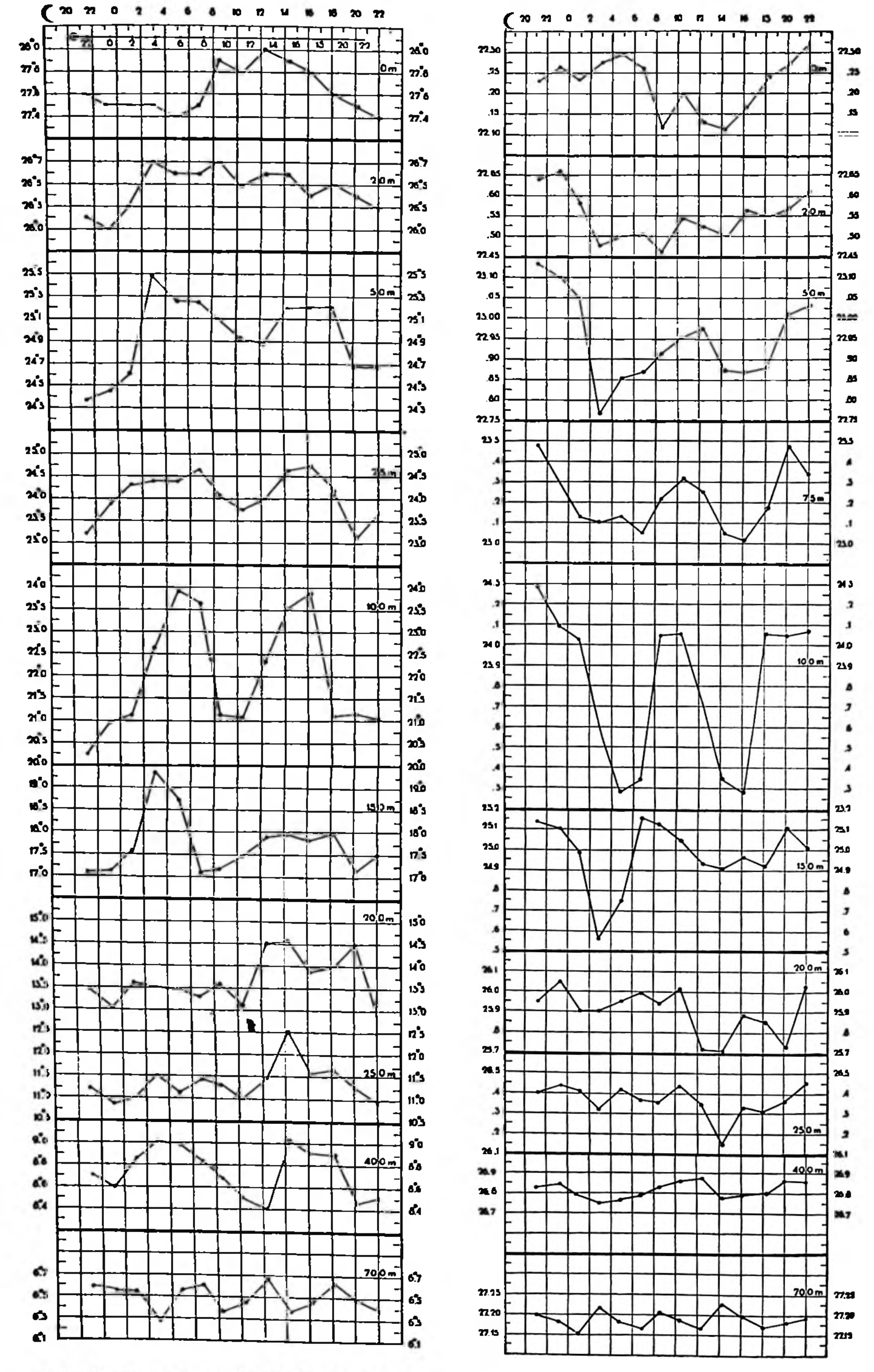


Abb. 26. Temperaturverlauf in 0—20—50—75—100—150—200—250—400 und 700 m Tiefe auf Ankerstation 135*a*.

Abb. 27. Zeitlicher Verlauf der Dichte in 0—20—50—75—100—150—200—250—400 und 700 m Tiefe auf Ankerstation 135*a*.

TABELLE 29. Temperaturwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Mondzeit	20 m	50 m	75 m	100 m	150 m	200 m	250 m	400 m	700 m
22	26.16	24.40*	23.49	20.53*	17.10*	13.30	11.08	8.66	7.56
23	.11*	24.43	23.82	20.90	17.13	13.11*	10.90*	.61	.55
0	.19	24.51	24.08	21.05	17.32	13.32	10.93	.71	.54
1	.31	24.61	24.30	21.13	17.55	13.60	11.00	.85	.53
2	.52	25.06	24.35	21.91	18.47	13.57	11.28	.94	.40
3	**.69**	**25.46**	24.40	22.67	**19.28**	13.52	11.50	**9.01**	.29*
4	.64	25.35	24.40	23.30	18.98	13.50	11.31	8.99	.43
5	.60	25.26	24.42	**23.87**	18.65	13.45	11.17	.96	.56
6	.60	25.25	24.53	23.75	17.78	13.40	11.33	.89	.58
7	.61	25.23	24.59	23.37	17.13	13.38	11.45	.81	.57
8	.66	25.14	24.25	21.85	17.15	13.53	11.37	.73	.43
9	.64	25.05	23.97	21.10	17.25	13.47	11.25	.63	.39
10	.54	24.96	23.80	21.08	17.40	13.25	11.08	.52	.43
11	.53	24.92	23.83	21.43	17.58	13.57	11.16	.46	.51
12	.58	24.90	23.95	22.10	17.78	14.25	11.38	.42*	**.62**
13	.60	24.99	24.23	22.70	17.92	14.55	11.80	.59	.57
14	.60	25.15	24.52	23.32	17.95	**14.58**	**12.37**	.93	.41
15	.52	25.20	24.67	23.65	17.91	14.33	12.20	.98	.40
16	.42	25.21	**24.73**	23.82	17.85	13.94	11.67	.92	.44
17	.44	25.21	24.52	22.78	17.89	13.92	11.64	.91	.52
18	.49	25.21	24.25	21.40	17.95	13.97	11.67	.90	.61
19	.45	24.96	23.70	21.12	17.62	14.22	11.52	.70	.56
20	.40	24.69	23.11*	21.15	17.18	14.48	11.51	.48	.49
21	.35	24.68	23.36	21.10	17.32	13.72	11.15	.49	.44
Schwankung	0.58	1.06	1.62	.334	2.18	1.47	1.47	0.59	0.33
Mittel	26.49	24.99	24.14	22.13	17.76	13.75	11.40	8.75	6.49

TABELLE 30. Dichtewerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Mondzeit	0 m	20 m	50 m	75 m	100 m	150 m	200 m	250 m	400 m	700 m
22	22.245	22.650	23.075	23.40	**24.20**	25.07	26.02	26.43	26.83	27.190
23	.260	**.660**	**.105**	.30	.11	.11	**.03**	**.44**	.84	.180
0	.250	.625	.080	.21	.06	.05	25.98	.42	.82	.165
1	.235	.580	.050	.13	.03	24.99	.91	.41	.78	.150*
2	.255	.525	22.895	.11	23.80	.75	.90	.37	.77	.185
3	.275	.480	.770*	.10	.58	.57*	.91	.33	.75*	.215
4	.285	.490	.815	.12	.42	.66	.93	.37	.76	.195
5	.295	.500	.855	.12	.28*	.76	.95	.41	.77	.180
6	.275	.505	.865	.08	.32	.97	.98	.38	.78	.170
7	.240	.500	.870	.07	.44	**25.15**	.99	.36	.79	.165
8	.155	.475*	.900	.17	.84	.13	.95	.35	.82	.190
9	.135	.485	.925	.24	24.05	.10	.96	.37	.84	.200
10	.180	.530	.945	.30	.06	.06	26.00	.41	.85	.185
11	.175	.540	.960	.29	23.96	.01	25.92	.41	.86	.180
12	.140	.530	.970	.26	.79	24.95	.77	.36	**.87**	.170

Mondzeit	0 m	20 m	50 m	75 m	100 m	150 m	200 m	250 m	400 m	700 m
13	.125	.515	.940	.18	.60	.92	.71*	.28	.84	.185
14	.115*	.505	.890	.08	.40	.91	.71	.18*	.79	.215
15	.135	.520	.875	.04	.32	.93	.77	.21	.78	.215
16	.160	.555	.870	.02*	.28	.96	.86	.31	.79	.195
17	.195	.560	.875	.08	.58	.94	.87	.32	.80	.185
18	.230	.550	.880	.15	.97	.92	.86	.31	.80	.170
19	.250	.560	.935	.29	24.06	25.00	.80	.33	.83	.175
20	.270	.570	23.000	.45	.05	.09	.73	.36	.86	.180
21	.300	.590	.055	.40	.13	.06	.88	.41	.86	.185
Schwankung .	0.185	0.185	0.335	0.43	0.92	0.58	0.32	0.26	0.12	0.065
Mittel	22.216	22.542	22.933	23.191	23.764	24.961	25.891	26.355	26.812	27.184
Salzgehalts-schwankung.	0.07	0.046	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.03	0.05

Die Ergebnisse der harmonischen Analyse der Temperatur- und Dichtewerte sind in Tabelle 31 enthalten.

TABELLE 31. Harmonische Analyse der Temperatur- und Dichtewerte in den verschiedenen Tiefen.

Tiefe in m	Temperatur: Mittel	Temperatur: Ganztägige Welle Amplit. in °C	Temperatur: Ganztägige Welle Phasen in ☾ St.	Temperatur: Halbtäg. Welle Amplit. in °C	Temperatur: Halbtäg. Welle Phasen in ☾ St.	Dichte: Mittel	Dichte: Ganztäg. Welle Amplit.	Dichte: Ganztäg. Welle Phasen in ☾ St.	Dichte: Halbtäg. Welle Amplit.	Dichte: Halbtäg. Welle Phasen in ☾ St.
0	—	Täglicher Gang		—		22.216	Täglicher Gang		—	
20	—			—		22.542	0.05_4	21.0	0.03_4	10.7
50	24.99	0.22	9.5	0.33	4.6	22.933	0.05_8	22.5	0.08_2	10.7
75	24.14	0.26	8.0	0.48	3.6	23.191	0.05_7	20.7	0.14_1	9.7
100	22.13	0.64	9.7	1.25	4.1	23.764	0.18_4	21.7	0.36_3	10.0
150	17.76	0.21	4.8	0.65	3.4	24.961	0.05_5	15.4	0.16_1	9.2
200	13.75	0.46	15.6	0.18	3.3	25.891	0.09_2	3.6	0.04_8	8.8
250	11.40	0.33	14.3	0.41	2.5	26.355	0.05_8	2.4	0.05_1	9.6
400	8.75	0.07	2.6	0.24	4.0	26.812	0.02_1	15.4	0.04_3	9.8
700	6.49	0.02	18.2	0.03	8.4	27.184	—		—	

Bei den ganztägigen Phasenwerten der Dichte ist der Gegensatz, welcher bei den Temperaturwerten zwischen den verschiedenen Schichten gefunden wurde, noch besser ausgeprägt wie bei der Temperatur, wie es die nachstehenden kleine Übersicht zeigt:

Tiefe 20—100 m Phase 21,5
„ 150 m „ 15,4
„ 200—250 m ½ Periode „ 3,0 ¼ Periode
„ 400 m „ 15,4

Bei der halbtägigen Welle ist noch die besonders gute Übereinstimmung der Phasenwerte hervorzuheben. Bei zunehmender Tiefe verfrühen die Phasen sich um einen geringen Betrag.

DIE STROMVERHÄLTNISSE UND DIE VERTIKALE VERLAGERUNG DER WASSERMASSEN AUF ANKERSTATION 135*a*

In Tabelle 32 sind die Gezeitenströme den vertikalen Verlagerungen der Wassermassen in den verschiedenen Tiefen gegenübergesetzt.

TABELLE 32. Stromverhältnisse und vertikale Verlagerung der Wassermassen auf Ankerstation 135*a*.

Strom.				Verlagerung.						
Tiefe in m	Richtung	Stärke in cm/sec	Phase Mond-stund.	Tiefe in m	Aus Temperatur		Aus Dichte		Mittel	
					Ampl. in m	Phase Mond-stund.	Ampl. in m	Phase Mond-stund.	Ampl. in m	Phase Mond-stund.
				Ganztägige Gezeit						
0	N 51.5 E	15.1	21.9	0						
20	N 45 E	15.5	15.4	20			2.7	21.0	2.7	21.0
50	N 49.5 W	8.3	4.9	50	4.9	21.5	3.6	22.5	4.3	22.0
75	N 58.5 E	12.1	18.4	75	4.7	20.0	2.3	20.7	3.5	20.4
100	N 77 W	9.7	23.3	100	6.4	21.7	7.0	21.7	6.7	21.7
150	N 10.5 E	6.1	19.8	150	2.5	16.8	2.5	15.4	2.5	16.1
200	N 48 E	9.6	13.7	200	7.7	3.6	7.7	3.6	7.7	3.6
400	N 38.5 W	9.5	8.2	250	8.2	2.3	7.2	2.4	7.7	2.4
600	N 49.5 E	11.7	14.7	400	4.7	14.6	(10.5)	15.4	4.7	15.0
800	N 37.5 E	8.5	14.4					Mittel	5 m	
1000	N 0.75 W	12.4	21.9							
				Halbtägige Gezeit						
0	N 45 E	21.5	0.8	0						
20	N 35 E	36.7	11.9	20			1.7	10.7	1.7	10.7
50	N 49.5 E	35.4	11.7	50	6.6	10.6	5.1	10.7	5.8	10.7
75	E	12.5	10.5	75	8.8	9.6	5.6	9.7	7.2	9.7
100	N 63 E	17.7	11.2	100	12.5	10.1	14.0	10.0	13.2	10.1
150	N 46 E	22.3	11.6	150	7.6	9.4	7.3	9.2	7.4	9.3
200	N 60 E	16.0	11.8	200	3.0	9.3	4.0	8.8	3.5	9.1
				250	10.0	8.5	6.4	9.6	8.2	9.1
400	N 24 E	18.4	10.6	400	(16.0)	10.0	(21.0)	9.8	—	9.9
600	N 13.5 E	14.0	10.8					Mittel	6.7 m	
800	N 68.5 W	14.7	8.4							
1000	N 52 W	3.4	10.6_5							

Die Amplituden dieser Verlagerungen sind mit Hilfe der vertikalen Gradienten der ozeanographischen Elemente (s. Tabelle 33) aus Abbildung 25 ermittelt worden.

Die Phase bezieht sich auf die maximale Hebung der Wassermassen.

TABELLE 33. Mittleres vertikales Gefälle auf Ankerstation 135*a* (Aus Grafik der vertikalen Verteilung).

Tiefe in m	Temperatur	Dichte
20	— 0.05	+ 0.02
50	— 0.04^5	+ 0.016
75	— 0.05^5	+ 0.025
100	— 0.10	+ 0.026
150	— 0.08^5	+ 0.022
200	— 0.06	+ 0.012
250	— 0.04	+ 0.008
400	— 0.01	(+ 0.002)

Bei der ganztägigen Gezeit findet man weniger Streuung in den Amplituden- als in den Phasenwerten. Die Mittelbildung der Amplitude, welche die Zufälligkeit der einzelnen Werte eliminiert, ergibt 5 m.

In untenstehender Tabelle 34 sind die Phasen des Stromes und der Verlagerung für die ganztägigen und die halbtägigen Gezeitenwellen gegenübergesetzt.

TABELLE 34.

Ganztägige Gezeit

Tiefe	20	50	75	100	150	200	400
Phase des Stromes	15.4	4.9	18.4	23.3	19.8	13.7	8.2
Phase der vertikalen Verlagerung	21.0	22.0	20.4	21.7	16.1	3.6	15.0
Unterschied in ☾ Stunden . . .	5.6	6.9	2.0	1.6	3.7	10.1	6.8
In Einheiten der Periode . . .	0.23	0.29	0.08	0.07	0.15	0.42	0.29

Halbtägige Gezeit

Tiefe	20	50	75	100	150	200	400
Phase des Stromes	11.9	11.7	10.5	11.2	11.6	11.8	10.6
Phase der vertikalen Verlagerung	10.7	10.7	9.7	10.1	9.3	9.1	9.9
Unterschied in ☾ Stunden . .	1.2	1.0	0.8	1.1	2.3	2.7	0.7
In Einheiten der Periode . . .	0.1	0.08	0.07	0.1	0.2	0.2	0.06

Bei der 12-stündigen Welle beträgt der Phasenunterschied zwischen Strom- und Verlagerung nur 1.4 Mondstunden.

Der maximale Hochstand der Wasserschicht erfolgt im Mittel 1.4 Stunden bevor der Strom mit maximaler Geschwindigkeit in NE-Richtung fliesst.

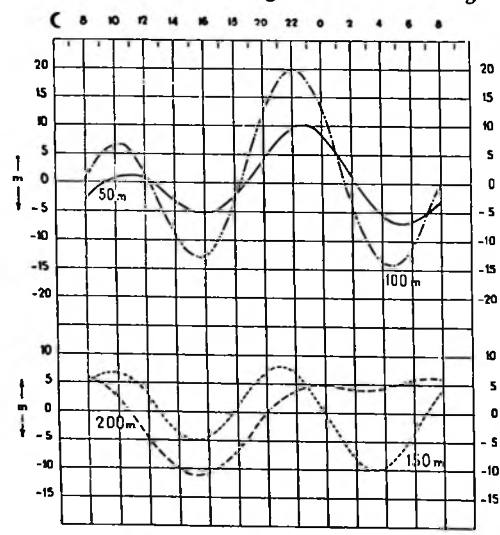


Abb. 28. Totale Verlagerung durch ganz- und halbtägige Gezeit auf Ankerstation 135*a*.
——— in 50 m —.—.— in 100 m
- - - - in 150 m — — — in 200 m.

Die Verlagerungsamplitude beträgt im Mittel für die halbtägige Gezeit 6.7 m und ist also ein wenig grösser als diejenige der ganztägigen Welle.

Zur Einsicht in die Frage, in welchem Zusammenhang die totale Verlagerung (also die Summe von ganz- und halbtägiger Verlagerung) mit dem Strome, resultierend aus den ganz- und halbtägigen Gezeitenströmen, steht, wurde die Figur 28 gezeichnet. Diese bringt den Verlauf der ganzen Verlagerung, wie sie durch die ganz- und halbtägige Gezeit gleichzeitig verursacht wird, zur Darstellung. Die betreffende Figur zeigt das interessante Ergebnis, dass die Hebung und die Senkung der Wassermassen in der Schicht von 50 bis 200 m gleichzeitig geschieht. Es ist also eine Erscheinung vorhanden, welche die ganze Schicht gleichzeitig erfasst. Nur das zweite Minimum in 200 m Tiefe ist etwas verwischt.

Aus dem Vergleich der Stromfiguren, welche aus der Kombination der ganz- und halbtägigen Gezeitenstromellipsen ermittelt wurden, mit den Figuren 28 und 24 geht hervor, dass in 100 m Tiefe ein Hochstand der Wasserschicht ca. eine Stunde der Verstärkung des Stromes durch die Gezeitenströme vorausgeht. Umgekehrt wird ein Tiefstand der Wasserschicht

eine Mondstunde früher beobachtet als die grösste Schwächung des Stromes durch die Gezeitenströme. In 150 m Tiefe herrschen ganz ähnliche Verhältnisse.

Hochstand des Wassers beobachten wir um 9.5 und 21 h, gerade die Zeit, wenn die Gezeitenströme den Reststrom verstärken. Fliessen die Gezeitenströme gerade in gegenübergesetzter Richtung des Reststromes, so erreicht die Schicht ihre tiefste Lage (3 h und 15.5 h). Auch in 200 m Tiefe senkt bezw. hebt sich das Wasser, allerdings mit einer Verspätung von ca 3 Stunden, wenn der Strom durch die Gezeitenströme geschwächt bezw. verstärkt wird.

Abbildung 29 enthält für 4—10—16 und 22 h in perspektivischer Zeichnung die Lage der Wasserschichten zu diesen Zeiten. Ausserdem ist in jeder Fläche der zur diesbezüglichen Zeit herrschende Gezeitenstrom nach Richtung und Stärke durch einen Pfeil angegeben. Zur rechten Seite jeder Figur ist für jede Tiefe die Verlagerung in Meter angegeben. Überdies sind die Richtungen des Reststromes in einer kleinen Figur nebenbei gezeichnet.

Diese Figur zeigt deutlich das einheitliche Heben und senken des ganzen Oberschichtes der Wassermassen auf dieser Ankerstation. Nur um 4 Uhr Mondzeit ist die Wasserschicht 0—150 m. unter ihre mittlere Lage gesunken, während die 200 m. Schicht 4 meter oberhalb ihrer Mittelstand gehoben ist.

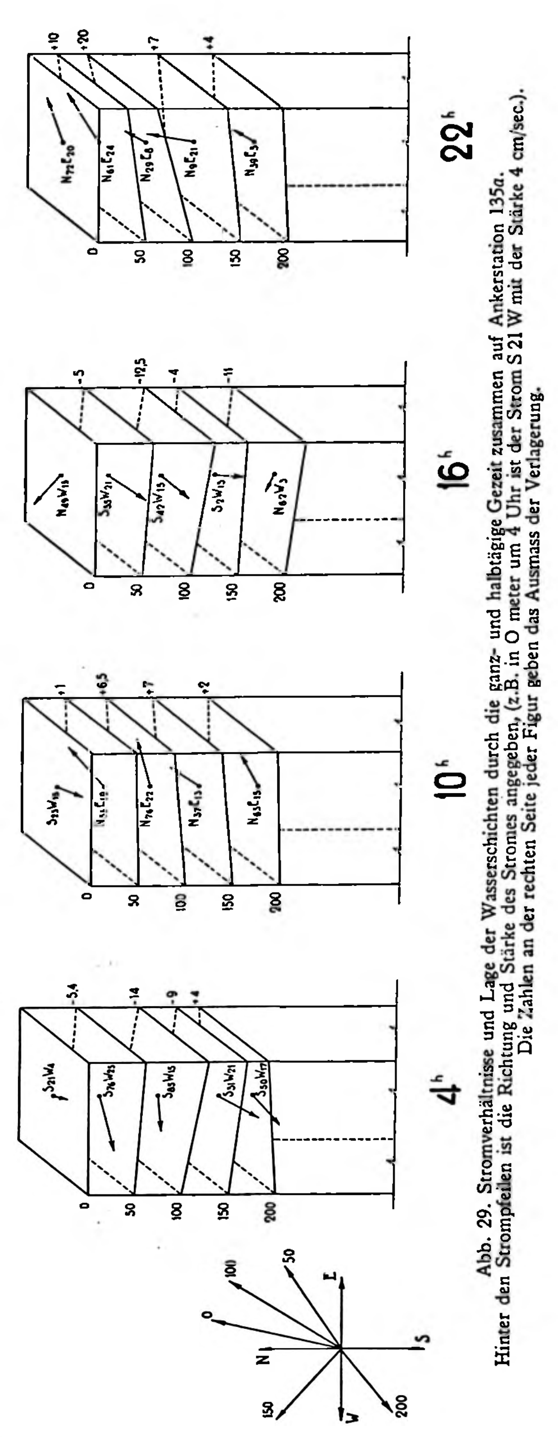


Abb. 29. Stromverhältnisse und Lage der Wasserschichten durch die ganz- und halbtägige Gezeit zusammen auf Ankerstation 135a. Hinter den Strompfeilen ist die Richtung und Stärke des Stromes angegeben, (z.B. in O meter um 4 Uhr ist der Strom S 21 W mit der Stärke 4 cm/sec.). Die Zahlen an der rechten Seite jeder Figur geben das Ausmass der Verlagerung.

ANKERSTATION 253*a* [1])

Die Ankerstation 253*a* hat die Koordinaten:

$\varphi = 1° — 47.5$ S.Br. und $\lambda = 126° — 59.4$ Ö.L.

Sie liegt in der Mitte der Lifamatolastrasse, welche auf dieser Höhe, zwischen den Inseln Lifamatola und Obimajor, eine Breite von 102 km aufweist. Das Boeroe- und das Ceram Meer erhalten die Zufuhr kalten pazifischen Tiefenwassers durch die Lifamatolastrasse, da die Passage zwischen Halmaheira- und Cerammeer durch ihre Untiefe eine Durchlassung von pazifischem Wasser nicht zulässt. Die Abb. 35, der Karte II im Anhang Vol. II Part 2 entnommen, zeigt, dass die 2000 m Linien. Ausläufer des Mangole- und Batjanbeckens nördlich und des Boeroebeckens südlich der Strasse einander in der Lifamatolastrasse sehr nahe kommen, nur getrennt durch einen schmalen Rücken (10 km) mit einer grössten Tiefe von 1880 m.

In Tabelle 36 sind alle an der Oberfläche erfolgten Beobachtungen, wie Wind- und Strommessungen und Kurs des Schiffes, zusammengefasst. Die Beobachtungen erstreckten sich über die Zeit von 20.15 h des 23. bis 4 h des 27.4.1930, also über 80 Stunden, wobei das mittlere Intervall zwischen zwei Beobachtungen 1.5 Std. betrug. Das grosse Beobachtungsmaterial gestattet eine gründliche Analyse der aufgetretenen Schwankungen.

Windverhältnisse. — Die Windrichtung variierte von NzE über S bis NzW, wobei sich die 52 Windbeobachtungen, deren 4 auf Windstille fielen, auf 24 Richtungen aufteilten:

TABELLE 35.

Windstille	NzE	NNE	NEzE	ENE	EZN	E	SEzE	SE	SEzS	SzE	S
4	1	4	1	2	1	1	1	1	1	2	2

SzW	SSW	SWzS	SW	WzS	W	WzN	WNW	NWzW	NW	NWzN	NNW	NzW
1	3	3	1	2	2	3	5	3	2	2	3	1

Die Windstärke schwankte von Windstille bis 12 m/sec. Mittlere Windstärke 2.9 m/sec. Mittlere Windrichtung SzW.

TABELLE 36. Schiffkurs, Wetter und Oberflächenstrom auf Ankerstation 253*a*.

Datum 1930	Zeit 127,5 E	Mittl. Gr. Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Kurs d. Schiffes	Tiefe in m	Azimuth Anker	Dynamometer	Wind Richtung	Wind Stärke in m/sec	Strom Richtung	Strom Stärke in cm/sec	Strom N + S — cm/sec	Strom E + W — cm/sec	Winkel Trosse	Bemerkungen
23.4.	20.15	11.45	23.4	SEzE	1850	SB 2	1200	S	5					10°	
	21 h	12.30	0.2	SSE	1800	0	1000	SEzE	2	NNW	25.7	+25	— 9	5°	
	22 h	13.30	1.1	SSW	1825	0	1200	windstill		N	46.3	+46	+ 2	7°	
24.4.	0 h	15.30	3.0	SW	1850	0	1225	SWzS	0,1	NNE	30.9	+28	+14	2°	
	2 h	17.30	5.0	SzW	1825	0	1225	SEzS	1,3	NzE	25.7	+25	+ 7	1°	
	4 h	19.30	7.0	SWzS	1820	BB 2	1200	WzS	0,5	NE	41.2	+27	+31	5°	
	6 h	21.30	9.0	SzW	1830	BB 2	1100	SSW	1,9	N	41.2	+41	0	5°	
	8 h	23.30	10.9	S½E	1830	BB½	1100	S	0,6	N½W	61.7	+61	— 3	7°	
	10 h	1.30	12.8	S½E	1850	0	1100	E	0,4	NNW	66.9	+62	—22	6°	
	12 h	3.30	14.8	SSE	1820	0	1200	ENE	0,1	NNW	56.6	+53	—18	2°	
	14 h	5.30	16.7	S½E	1820	0	1200	NW	0,1	NzW	36.0	+36	— 5	1°	

[1]) Zu sämtlichen erwähnten Phasenwerten ist 0.2 Mondst. zu addieren.

Datum 1930	Zeit 127,5 E	Mittl. Gr. Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Kurs d. Schiffes	Tiefe in m	Azimuth Anker	Dynamometer	Wind Richtung	Wind Stärke in m/sec	Strom Richtung	Strom Stärke in cm/sec	Strom N + S — cm/sec	Strom E + W — cm/sec	Winkel Trosse	Bemerkungen
	16 h	7.30	18.6	ESE	1800	0	1080	SSW	1,1					0°	Brettchen treibt s. langs. v. BB n. SB in 10 Min. ± 20 m
	17 h	8.30	19.6	NE	1825	0	1100	ENE	1,3					0°	Brettchen treibt s. langs. i. Richtg. SSW in 5 Min. ±5 m
	18 h	9.30	20.6	NE	1865	0	1280	NzE	3	SSW	30.9	—28	—14	0°	
	20 h	11.30	22.6	NEzE	1835	0	1300	NNE	1,3	SzW	33.4	—32	— 8	0°	
	22 h	13.30	0.5	ESE	1850	SB½	1180	NNE	2	SWzW	30.9	—16	—27	0°	
	23 h	14.30	1.5	SzW½W	1840	0	1125	NNE	0,5	NEzE	25.7	+11	+24	0°	
25.4.	0 h	15.30	2.4	SSW	1825	0	1300	NW	0,1	NNE	30.9	+28	+14	1°	
	2 h	17.30	4.4	SzW	1780	0	1300	—	0	NzE	25.7	+25	+ 6	2°	
	4 h	19.30	6.3	S	1800	0	1150	—	0	NzE	20.6	+20	+ 5	0°	
	6 h	21.30	8 3	SEzS	1820	SB½	1080	NEzE	3	N	15.4	+15	0	0°	
	8 h	23.30	10.3	SzE½E	1855	SB¼	1200	NNE	2,3	NzW	25.7	+26	— 4	2°	
	10 h	1.30	12.2	ESE	1850	SB 1	1200	NNW	3,6	WNW	46.3	+20	—41	0°	
	11 h	2.30	13.1	SSW	1845	BB¼	1190	WNW	5	NNE	39.1	+35	+17	2°	
	12 h	3.30	14.1	SzW	1830	BB 5	1200	WNW	3,5	NNW	38.6	+37	—13	10°	
	14 h	5.30	16.0	SSW	1800	BB 6	1350	NWzW	6,3	NzW	41.2	+41	— 6	10°	
	16 h	7.30	18.0	WSW	1820	SB 8	1100	NNW	5,3	WSW	5.1	— 2	— 5	10°	Brettchen treibt s. langs. vor d. Schiff weg 10 m i. 3 Min. Hinterschiff auf Strom. Brettchen bleibt bei Hinterschiff still liegen. (5 Min).
	17 h	8.30	18.9	NWzN	1800	0	1350	NWzN	5,5	SEzE	30.9	—19	+25	5°	
	18 h	9.30	19.9	NNW	1780	BB 6	1350	NNW	3	S	30.9	—31	0	2°	
	20 h	11.30	21.8	NzW½W	1880	0	1400	WNW	3,3	SzE	26.2	—26	+ 4	2°	
	22 h	13.30	23.8	NEzN	1870	0	1290	WzN	3,2	E	5.1	0	+ 5	0°	
	23 h	14.30	0.7	E	1820	0	1200	WzN	2,5	WzS	25.7	— 4	—26	2°	
26.4.	0 h	15.30	1.7	SW	1790	BB 2	1400	NzW	3,1	NNE	41.2	+37	+18	3°	
	2 h	17.30	3.6	WSW	1825	BB 0	1300	WzS	2,0	EzN	20.6	+ 3	+21	2°	
	3 h	18.30	4.6	WSW		BB 2	1350	SWzS	6,5	ENE	10.3	+ 3	+10	2°	
	4 h	19.30	5.6	SWzW	1780	BB 4	1550	SzE	5,7	NE	10.3	+ 7	+ 7	5°	
	6 h	21.30	7.5	SW	1800	0	1150	SE	3,5	ENE	15.4	+ 5	+14	0°	Brettchen treibt ungef. 1½ Strich nach Backbord.
	8 h	23.30	9.5	SWzS	1710	0	1290	EzN	2					0°	
	10 h	1.30	11.5	NNE½E	1790	BB 1	1220	NWzW	5,7	NNE½E	21.6	+18	+11	0°	
	11 h	2.30	12.5	WzW	1754	SB½	1350	NWzN	4,6	ENE	13.4	+ 4	+12	5°	
	12 h	3.30	13.4	SWzS	1790	SB 1	1300	WNW	5,5	N	15.4	+15	0	4°	
	14,30 h	6.00	15.8	SW	1780	SB 4	1800	WzN	6,7	E	77.2	0	+77	10°	
	16 h	7.30	17.3	SWzW	1730	SB 4	2050	W	12,6	NE	30.9	+23	+23	20°	Brettchen an SB durch Wind gegen Schiff. Brettchen an BB wird neben das Schiff gesetzt, bei Hinterschiff ± 4 Str. nach SB. 16. 15 h Schiff durchgeschwojt bis W, Az.: 0, Winkel: 10°, Dynanometer: 1800.
	17 h	8.30	18.3	WNW	1710	0	1900	W	6	EzS	41.2	—10	+40	10°	
	18 h	9.30	19.2	WNW	1780	0	1950	WNW	6	ESE	15.4	— 7	+14	5°	
	20 h	11.30	21.2	WzW½W	1750	0	1500	SWzS	3	SE	25.7	—19	+17	6°	
	22 h	13.30	23.1	NWzN	1760	BB½	1400	SSW	2					0°	
	23 h	14.30	0.1	WSW	1770	0	1400	SW	3	NE	18.0	+12	+12	5°	
27.4.	0 h	15.30	1.0	SW	1740	SB 1	1400	SzW	3,2	NE	36.0	+25	+25	8°	
	2 h	17.30	3.0	SWzS	1700	0	1550	SE	2,9	NE	61.7	+44	+44	8°	
	3 h	18.30	3.9	WSW	1700	0	1300	SzE	0,3	NEzE	46.3	+24	+39	2°	Brettchen an BB treibt einigermassen zum Schiff.
	4 h	19.30	4.9	W	1650	0	1250	0	0	E	41.2	0	+41	2°	

Schiffskurs. — Der Kurs des Schiffes unterlag unter diesen Verhältnissen sehr grossen Schwankungen, welche in Abbildung 30 graphisch eingetragen sind. Legt man durch die gradlinig verbundenen Wertpunkte eine ausgeglichene Kurve, so fallen die ihr entnommenen Extremwerte auf die in Tabelle 37 angegebenen Zeiten, wobei letztere in Mondstunden nach oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort angegeben sind.

TABELLE 37. Anliegender Schiffskurs auf Ankerstation 253*a*.

Extreme	Eintrittszeit in Mondstunden	Zeitunterschied Max.—Max. Min.—Min. Mondstund.	Wert	Schwankung	Bemerkungen
Max.. . . .	5	—	214	54	
Min.	14	12	160	14	
Max.. . . .	17	7	174	130	
Min.	21	12	44	156	
Max.. . . .	5	12	200	54	
Min.	9	11	146	60	
Max.. . . .	16	15	206	90	
Min.	0	13	116	134	Schiffsdrehung um 180°
Max.. . . .	5	12	250	102	
Min.	12	15	148	152	
Max.. . . .	20	14	300	80	
Min.	2	—	220		
Mittel . . .	5.2	12.3 Periode	181	Schwankung: 93.2 Amplitude 46.6	

Nach dieser Tabelle scheinen die Kursschwankungen in erster Annäherung folgender Beziehung zu folgen:

$$\text{Kurs rw} = 181° + 46°.6 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 5.2)$$

Die aus Reststrom und halbtägigen Gezeitenstromellipsen ermittelte Kursgleichung würde

$$40° \cos \frac{2\pi}{12} (t - 8.6) \text{ lauten.}$$

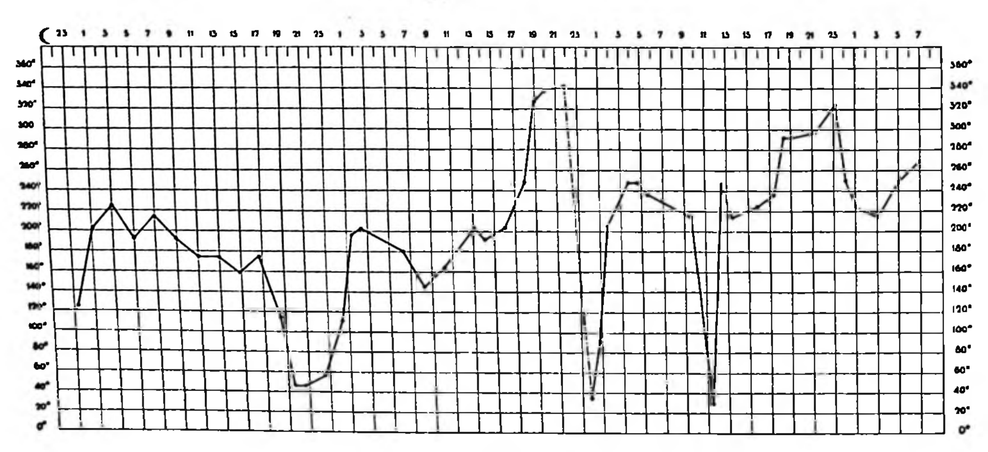


Abb. 30. Anliegender Schiffkurs auf Ankerstation 253*a*.

Da die ganze Schwankung 93° betrug können Mittelwert und die Amplitude nicht genau sein. Dem Phasenwert aber, der durch sehr deutlich ausgeprägte Minima gekennzeichnet ist, fällt mehr Gewicht zu. Die Periode beträgt 12.3 Stunden; infolgedessen liegt hier die Vermutung nahe, dass es sich um den Einfluss der halbtägigen Gezeitenwelle handelt. Eine eingehende Analyse der Kursschwankungen war nicht möglich, da Kursänderungen bis zu 180° vorkommen. Vergleicht man aber die Kursrichtung des Schiffes mit der Stromrichtung, so stellt es sich heraus, dass der Unterschied im Mittel 170° beträgt; das Schiff dreht also fast ausschliesslich mit dem Strom mit.

Oberflächenstrom. — Tabelle 38 enthält für die Stromwerte der Oberfläche die Zerlegung der Stromvektoren in N- und E-Komponenten für jede volle Mondstunde. Die Beobachtungsdauer umfasste drei 24-stündige Mondperioden.

TABELLE 38. Stromkomponenten des Oberflächenstromes für volle Mondstunden in cm/sec. Ankerstation *253a*.

Zeit in Mondstunden	N-Komponente cm/sec			E-Komponente cm/sec		
3	+ 29	+ 27	+ 15	+ 13	+ 11	+ 20
4	+ 27	+ 25	+ 3	+ 11	+ 7	+ 17
5	+ 25	+ 23	+ 4	+ 7	+ 5	+ 9
6	+ 26	+ 21	+ 6	+ 19	+ 4	+ 8
7	+ 27	+ 22	+ 5	+ 31	+ 3	+ 11
8	+ 33	+ 24	+ 8	+ 15	+ 1	+ 13
9	+ 41	+ 25	+ 9	+ 1	— 1	+ 12
10	+ 52	+ 26	+ 13	— 1	— 4	+ 11
11	+ 61	+24	+ 16	— 5	— 21	+ 11
12	+ 62	+ 21	+ 10	— 15	— 41	+ 11
13	+ 61	+ 33	+ 10	— 22	+ 9	+ 12
14	+ 51	+ 36	+ 10	— 20	+ 10	+ 22
15	+ 42	+ 39	+ 2	— 17	+ 2	+ 52
16	+ 38	+ 40	— 1	— 9	— 6	+ 68
17	+ 31	+ 20	+ 16	— 6	— 5	+ 31
18	+ 14	— 2	— 2	— 8	— 5	+ 36
19	— 2	— 21	— 8	— 10	+ 20	+ 18
20	— 18	— 32	— 12	— 13	— 1	+ 15
21	— 29	— 29	— 18	— 13	+ 1	+ 17
22	— 31	— 26	— 11	— 10	+ 4	+ 16
23	— 29	— 11	0	— 13	+ 4	+ 14
0	— 20	— 1	+ 11	— 23	— 2	+ 13
1	— 2	+ 5	+ 22	— 2	— 14	+ 25
2	+ 20	+ 33	+ 32	+ 17	+ 19	+ 35

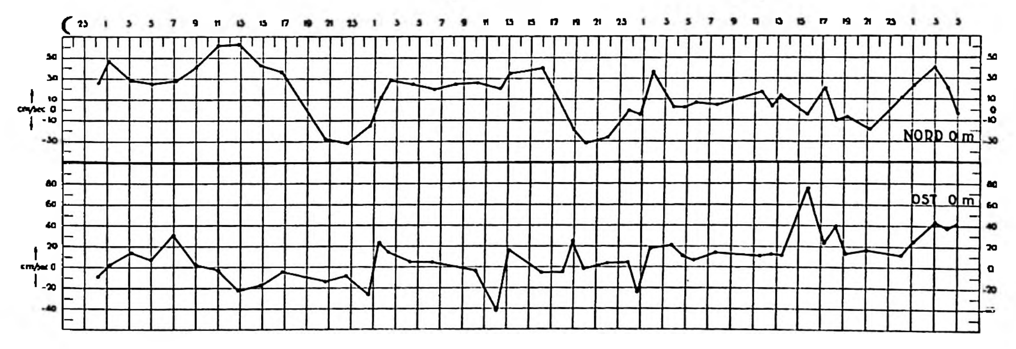


Abb. 31. Nord- und Ostkomponenten des Oberflächenstromes auf Ankerstation *253a*.

Abbildung 31 gibt eine graphische Darstellung dieser Komponenten des Oberflächenstromes, welche, nach Anbringung einer Lamont'schen Korrektion, in üblicher Weise einer harmonischen Analyse unterzogen wurde. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Tabelle 39 aufgezeichnet.

N-Komponente. — Aus Abb. 31 lässt sich leicht erkennen, dass bei der N-Komponente während der ersten 24 Stunden die ganztägige Gezeit vorherrschend war. Die Amplitude verkleinert sich während der letzten 24 Stunden bis 7.7 cm/sec. Die Ergebnisse der harmonischen Analyse, die in Zahlen den Kurvenverlauf wiedergeben, zeigen, ausser dem starken Rückgang der Amplitude, ein Zurücklaufen der Phase von 10.8 Std. auf 7.2 Std.

Die Amplitude der halbtägigen Gezeit der N-Komponente erreicht ihr Maximum in der zweiten 24-stündigen Beobachtungsperiode. Auch bei der halbtägigen Gezeit der drei Beobachtungsperioden verfrüht sich die Phase und verkleinert sich die Amplitude. Obwohl die zwei ersten 24-stündigen Beobachtungsperioden gut übereinstimmten, wurde zur Berechnung der Mittelwerte auch die dritte Periode herangezogen, weil das Erhalten eines objektiven Mittelwertes das Heranziehen aller einwandfreien Beobachtungen erfordert. Zu diesem Zweck wurden für jede Mondstunde die Werte der drei Perioden gemittelt. Das Ergebnis der harmonischen Analyse dieser 24 Mittelwerte steht in Tabelle 39 verzeichnet.

TABELLE 39. Harmonische Analyse der Oberflächenstrombeobachtungen auf Ankerstation 253*a*.

	Periode	Mittel	Ganztägige Welle		Halbtägige Welle		6.8 St. Welle	
			Ampl. cm/sec	Phase Mondst.	Ampl. cm/sec	Phase Mondst.	Ampl. cm/sec.	Phase Mondst.
Nordkomponente	1	+ 21.2	37.4	10.8	14.4	2.8		
	2	+ 13.4	22.9	9.6	19.0	2.9		
	3	+ 5.8	7.7	7.2	9.1	1.7		
	Mittel von 3 Perioden	+ 13.8	21.8	10.2	13.6	2.6	8.5	4.6 [1])
Ostkomponente	1	— 1.8	15.6	5.5	9.5	6.0		
	2	0	6.3^{5}	0.5	6.2	5.1		
	3	+ 20.7	[10.3	17.6	11.3^{5}	3.6]		
	Mittel von 2 Perioden	+ 6.9	9.3	4.1	7.7	5.7	9.7	3.6 [1])

E-Komponente. — Auch die ganztägige Gezeit überwiegt bei der E-Komponente während der ersten Periode gegenüber der halbtägigen Gezeit. Das Ergebnis der harmonischen Analyse der 3. Periode ergibt als Phasenwert für die gantzägige Gezeit 17.6 Std., welcher sich um eine halbe Periode von dem Phasenwert der ersten Periode unterscheidet. Dieser Phasenwert und die grosse Amplitude der dritten Periode entstammen der wahrscheinlich fehlerhaften, um 15.8 h Mondzeit vorgenommenen Beobachtung; aus diesem Grunde wurde zur Feststellung der Mittelwerte der E-Komponente die fehlerhafte dritte Periode ausgeschaltet.

Setzt man die harmonische Analyse beider Komponenten durch die Berechnung der 8- und 6-stündigen Wellen fort, so erhält man auch bei diesen kürzeren Wellen beachtenswerte Amplituden. Sind nun diese Oberwellen wirkliche Gezeitenwellen, oder sind sie als einfache Rechenergebnisse zu bewerten? Zur Klärung dieser Frage wurde mit Hilfe der aus der harmonischen Analyse abgeleiteten Elemente des ganz- und halbtägigen Gezeitenstromes und mit Hilfe des Reststromes eine Kurve gezeichnet und mit jener nach den Beobachtungen gezeichneten verglichen.

Restwerte. — Die Restwerte, erhalten aus der Differenz zwischen Originalwert einerseits und Reststrom + ganz- + halbtägiger Welle andererseits wurden wieder gradlinig verbunden Die Restwertkurve der N-Komponente zeigt eine regelmässige Periode von 6.8 Std. mit einer

[1]) Bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 12^{01} Gr. Zeit des 23 April 1930.

Amplitude von 8.5 cm/sec. Trotz des unregelmässigen Verlaufes der Restwelle der E-Komponente, ist eine 6.8-stündige Welle erkennbar. Worauf diese kurzperiodische Welle zurückzuführen ist, ist schwierig zu sagen. Es handelt sich vielleicht um eine einfache Oberschwingung der halbtägigen Gezeitenwelle. Tab. 39 enthält für beide Komponenten Amplitude und Phasenwert dieser Restwelle.

Strommessungen in der Tiefe. — Die Strommessungen in den Tiefen von 50—100—200—350—500—1200—1400— und 1500 m wurden mit Hilfe des Ekman'schen Repetierstrommessers ausgeführt. Obwohl viele Messungen infolge der Quallen, die die Fallgewichte aufhielten, ausfallen mussten, sind im Grossen und Ganzen die Messungen gut gelungen. Die Dauer der Messungen betrug für die Tiefen von 50—100—200—350 und 500 m ungefähr 24 Mondstunden. Für die grossen Tiefen liegen nur vereinzelte Messungen vor, die zur Festlegung der Gezeitenelemente nicht ausreichen. In 300 m Tiefe wurden noch vom 21 h des 26. bis 6 h des 27.4 Strommessungen ausgeführt, aber der grossen Tiefenunterschiede wegen nicht in Betracht gezogen. Für die Tiefe von 1200 m haben wir 5 Messungen, die für die angenäherte Bestimmung des Reststromes genügen dürften. Für 1400 m sind nur zwei Messungen vorhanden; während in 1500 m Tiefe wieder 5 Messungen ausgeführt wurden. Tabelle 40 enthält die Messungsergebnisse für sämtliche Tiefen.

TABELLE 40. Strommessungen mit dem Ekman'schen Repetierstrommesser in den Tiefen 50, 100, 200, 350, 500, 1200 und 1500 m auf Ankerstation *253a*.

Tiefe	Datum	Zeit 127,5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in ☾ St.	Strom		Komponenten		Winkel Draht
					Richtg. Rw.	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
	1930								
50 m	24.4.	22.48	14^{18}	1.2	340	50	+ 47	— 17	22
	25.4.	0.04	15^{34}	2.4	353	70	+ 70	— 9	22
		1.19	16^{49}	3.6	350	59	+ 58	— 10	13
		2.53	18^{23}	5.1	309	27	+ 17	— 21	5
		4.17	19^{47}	6.5	293	20	+ 8	— 18	0
		5.30	21^{00}	7.7	346	26	+ 25	— 6	2
		6.55	22^{25}	9.2	316	40	+ 29	— 28	0
		8.29	23^{59}	10.7	303	35	+ 19	— 29	10
		9.37	1^{07}	11.8	313	64	+ 44	— 47	18
		10.49	2^{19}	12.9	333	54	+ 48	— 25	13
		11.59	3^{20}	14.1	336	29	+ 27	— 12	11
		13.10	4^{40}	15.2	326	33	+ 27	— 19	10
		14.46	6^{16}	16.8	296	19	+ 8	— 17	7
		16.12	7^{42}	18.1	283	20	+ 5	— 20	5
		18.13	9^{43}	20.1	223	45	— 33	— 31	5
		19.43	11^{13}	21.5	223	48	— 35	— 33	10
		20.58	12^{28}	22.8	250	48	— 16	— 45	11
		22.22	13^{52}	0.1	280	45	+ 8	— 44	9
		23.55	15^{25}	1.6	343	53	+ 51	— 16	10
	26.4.	1.23	16^{53}	3.0	356	62	+ 62	— 4	12

Tiefe	Datum	Zeit 127,5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in ☾ St.	Strom		Komponenten		Winkel Draht
					Richtg. Rw.	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
	1930								
100 m	24.4.	23.04	14^{34}	1.5	83	30	+ 4	+ 30	14
	25.4.	00.15	15^{45}	2.6	43	41	+ 30	+ 28	14
		1.30	17^{00}	3.8	53	65	+ 39	+ 52	13
		3.03	18^{33}	5.3	70	47	+ 16	+ 44	4
		4.28	19^{58}	6.7	193	9	— 9	— 2	2
		5.40	21^{10}	7.8	206	28	— 25	— 12	4
		7.05	22^{35}	9.3	156	37	— 34	+ 15	2
		8.39	0^{09}	10.9	143	34	— 27	+ 21	5
		9.47	1^{17}	11.9	163	36	— 34	+ 11	10
		11.00	2^{30}	13.1	50	26	+ 17	+ 20	10
		12.09	3^{39}	14.2	23	41	+ 38	+ 16	14
		13.22	4^{52}	15.4	13	48	+ 47	+ 11	18
		14.59	6^{29}	17.0	326	41	+ 34	— 23	14
		16.22	7^{52}	18.3	330	33	+ 29	— 17	10
		18.24	9^{54}	20.4	260	6	— 1	— 6	5
		19.52	11^{22}	21.7	126	30	— 18	+ 24	10
		21.12	12^{42}	23.0	153	26	— 23	+ 12	7
		22.36	14^{06}	0.3	133	36	— 25	+ 26	4
	26.4.	00.21	15^{51}	2.0	343	40	+ 38	— 12	12
		1.34	17^{04}	3.3	23	43	+ 40	+ 17	11
200 m	24.4.	23.16	14^{46}	11.5	116	37	— 16	+ 33	14
	25.4.	00.24	15^{54}	2.8	56	53	+ 30	+ 44	21
		1.41	17^{11}	4.0	50	46	+ 30	+ 35	14
		3.14	18^{44}	5.5	58	40	+ 21	+ 34	6
		4.39	20^{09}	6.9	120	28	— 14	+ 24	2
		5.51	21^{21}	8.1	183	12	— 12	— 1	5
		7.15	22^{45}	9.5	190	21	— 21	— 4	2
		8.50	0^{20}	11.0	180	33	— 33	0	0
		9.57	1^{27}	12.1	206	36	— 32	— 16	12
		11.14	2^{44}	13.3	70	15	— 5	+ 14	9
		12.20	3^{50}	14.4	35	62	+ 51	+ 36	27
		13.37	5^{07}	15.7	26	59	+ 53	+ 26	35
		15.10	6^{40}	17.1	23	55	+ 51	+ 22	27
		16.34	8^{04}	18.5	6	35	+ 35	+ 4	6
		18.35	10^{05}	20.5	173	20	— 20	+ 2	15
		20.02	11^{32}	21.9	173	33	— 33	+ 4	12
		21.24	12^{54}	23.2	183	46	— 46	— 2	10
		22.51	14^{21}	0.6	126	38	— 22	+ 31	0
	26.4.	00.31	16^{01}	2.2	60	43	+ 22	+ 37	18
		1.44	17^{14}	3.3	348	51	+ 50	— 11	20

Tiefe	Datum	Zeit 127,5 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in ☾ St.	Strom		Komponenten		Winkel Draht
					Richtg. Rw.	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
	1930								
350 m	24.4.	23.29	14^{50}	1.9	143	29	— 23	+ 18	15
	25.4.	1.53	17^{23}	4.2	53	25	+ 15	+ 20	15
		3.30	19^{00}	5.7	80	28	+ 5	+ 28	5
		4.50	20^{20}	7.0	90	20	0	+ 20	5
		6.04	21^{34}	8.4	160	18	— 17	+ 6	10
		7.27	22^{57}	9.7	156	25	— 23	+ 10	5
		9.01	0^{31}	11.2	160	38	— 36	+ 13	3
		10.08	1^{38}	12.3	183	34	— 34	— 2	20
		11.25	2^{55}	13.5	103	10	— 2	+ 10	12
		12.35	4^{05}	14.7	86	19	+ 1	+ 19	26
		13.55	5^{25}	15.9	20	23	+ 22	+ 8	30
		15.25	6^{55}	17.4	353	39	+ 39	— 5	35
		16.47	8^{17}	18.7	33	18	+ 15	+ 10	2
		18.47	10^{17}	20.7	156	27	— 25	+ 11	10
		20.17	11^{47}	22.6	203	11	— 10	— 4	14
		21.39	13^{09}	23.4	193	18	— 18	— 4	5
		23.07	14^{37}	0.8	203	40	— 37	— 16	5
	26.4	00.44	16^{14}	2.4	50				25
		3.11	18^{41}	4.8	50	27	+ 17	+ 21	12
300 m	26.4.	21.00	12^{30}	22.1	188	23	— 23	— 3	18
		21.03	12^{33}	22.2	193				18
		23.00	14^{30}	0.1	183	45	— 44	— 10	0
	27.4.	00.46	16^{16}	1.8	153	46	— 41	+ 21	15
		2.32	18^{02}	3.8	353	20	+ 20	— 2	38
		4.22	19^{52}	5.2	23	19	+ 18	+ 7	17
		6.06	21^{36}	6.9	40	40	+ 31	+ 26	5
500 m	24.4.	23.42	15^{12}	2.1	146	17	— 14	+ 10	13
	25.4.	2.12	17^{42}	4.5	3	15	+ 15	+ 1	13
		3.52	19^{22}	6.6	336	19	+ 17	— 8	5
		5.02	20^{32}	7.2	93	13	— 1	+ 13	5
		6.18	21^{48}	8.6	170	11	— 11	+ 2	3
		7.38	23^{08}	9.8	183	15	— 15	— 1	2
		9.14	0^{44}	11.4	196	27	— 26	— 7	3
		10.19	1^{49}	12.5	223	41	— 30	— 28	15
		11.37	3^{07}	13.7	190	15	— 15	— 3	14
		12.46	4^{16}	14.8	240	21	— 11	— 18	26
		14.11	5^{41}	16.2	313	20	+ 14	— 15	21
		15.39	7^{09}	17.6	323	41	+ 33	— 25	30
		17.01	8^{31}	18.9	83	21	+ 3	+ 21	2
		18.58	10^{28}	20.8	153	23	— 21	+ 10	10
		20.34	12^{04}	22.4	150	32	— 28	+ 16	14
		21.56	13^{26}	23.7	180	27	— 27	0	8
		23.27	14^{57}	1.2	183	18	— 18	— 1	5
	26.4.	00.55	16^{25}	2.6	233	16	— 10	— 13	15
		3.21	18^{51}	4.9	3	26	+ 26	+ 1	12

Tiefe	Datum	Zeit 127,5 E	Green-wich Zeit	Seit oberem Meridian-durchgang des Mondes im Ort in ☾ St.	Strom		Komponenten		Winkel Draht
					Richtg. Rw.	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
	1930								
1200 m	26.4.	20.27	11^{57}	21.6	123	22	— 12	+ 19	18
	27.4.	00.15	15^{45}	1.3	160	24	— 23	+ 8	12
		2.01	17^{31}	3.0	33	12	+ 10	+ 7	20
		3.52	19^{22}	4.8	313	19	+ 13	— 14	20
		5.32	21^{25}	6.4	296	9	+ 4	— 8	10
1400 m	26.4.	3.45	19^{15}	5.3	225	8	— 6	— 6	12
		20.00	11^{30}	21.1	135	20	— 14	+ 14	18
1500 m	26.4.	21.49	13^{19}	23.0	135	30	— 21	+ 21	20
		23.48	15^{18}	0.9	118	33	— 16	+ 29	15
	27.4.	1.34	17^{04}	2.4	20	19	+ 18	+ 7	10
		3.25	18^{55}	4.3	300	17	+ 9	— 15	24
		5.04	20^{34}	6.0	248	21	— 8	— 20	7

Abbildung 32 zeigt die graphischen Darstellungen der N- und E-Komponenten für die verschiedenen Tiefen. Zum besseren Vergleich ist in dieser Abbildung 32 der in der Zeit übereinstimmende Teil der Kurve der N-Komponente des Oberflächenstromes mit den Kurven der N-Komponente der tieferen Schichten abgebildet. Ein Blick auf die Kurven der N-Komponente der verschiedenen Tiefen zeigt deren einheitliche Beeinflussung durch die halbtägige Gezeit. Beherrscht an der Oberfläche die ganztägige Gezeit den Verlauf der Kurven, so nehmen die Kurven der tieferen Schichten mehr und mehr den Charakter der halbtägigen Gezeit an. Wie üblich wurden den Kurven die Werte für die vollen Mondstunden entnommen, wenn nötig, mit der Lamont'schen Korrektion versehen, und dann harmonisch analysiert. Die Ergebnisse der harmonischen Analyse sind in untenstehender Tabelle 41 zusammengefasst.

TABELLE 41. Zusammenfassung der Ergebnisse der harmonischen Analyse der Strombeobachtungen auf Ankerstation 253*a*.

Tiefe		Reststrom	Ganztg. Gezeit		Halbtg. Gezeit	
			Amplitude in cm/sec	Phase ☾ St.	Amplitude in cm/sec	Phase ☾ St.
N-Komponente	0 m	+ 13.8	21.8	10.2	13.6	2.6
	50 m	+ 16.2	21.2	8.3	25.4	2.6
	100 m	+ 9.0	11.1	18.8	35.1	3.9
	200 m	+ 2.7	12.1	16.1	40.5	4.3
	350 m	— 6.4	8.3	17.2	24.4	5.1
	500 m	— 7.3	1.0	0.4	22.2	5.4
E-Komponente	0 m	+ 6.9	9.3	4.1	7.7	5.7
	50 m	— 24.1	4.8	8.3	11.8	4.7
	100 m	+ 9.1	10.3	3.0	12.2	0.9
	200 m	+ 14.9	9.1	2.7	19.0	3.7
	350 m	+ 7.7	5.4	9.0	7.9	6.1
	500 m	— 2.7	7.7	0.2	11.3	8.7

Sowohl den Kurven wie auch dieser Tabelle kann man die allmähliche Verspätung der Phase der halbtägigen Gezeit mit zunehmender Tiefe entnehmen. Die Phasen der halbtägigen Welle an der

Oberfläche und in 50 m. Tiefe stimmen bei beiden Komponenten sehr gut überein. Auch in 100 und 200 m. Tiefe zeigen die Phasenwerte der halb- und ganztägigen Gezeit für beide Komponenten eine sehr gute Übereinstimmung.

Ab 50 m. Tiefe ist die Amplitude der halbtägigen Gezeit gegenüber der ganztägigen immer die

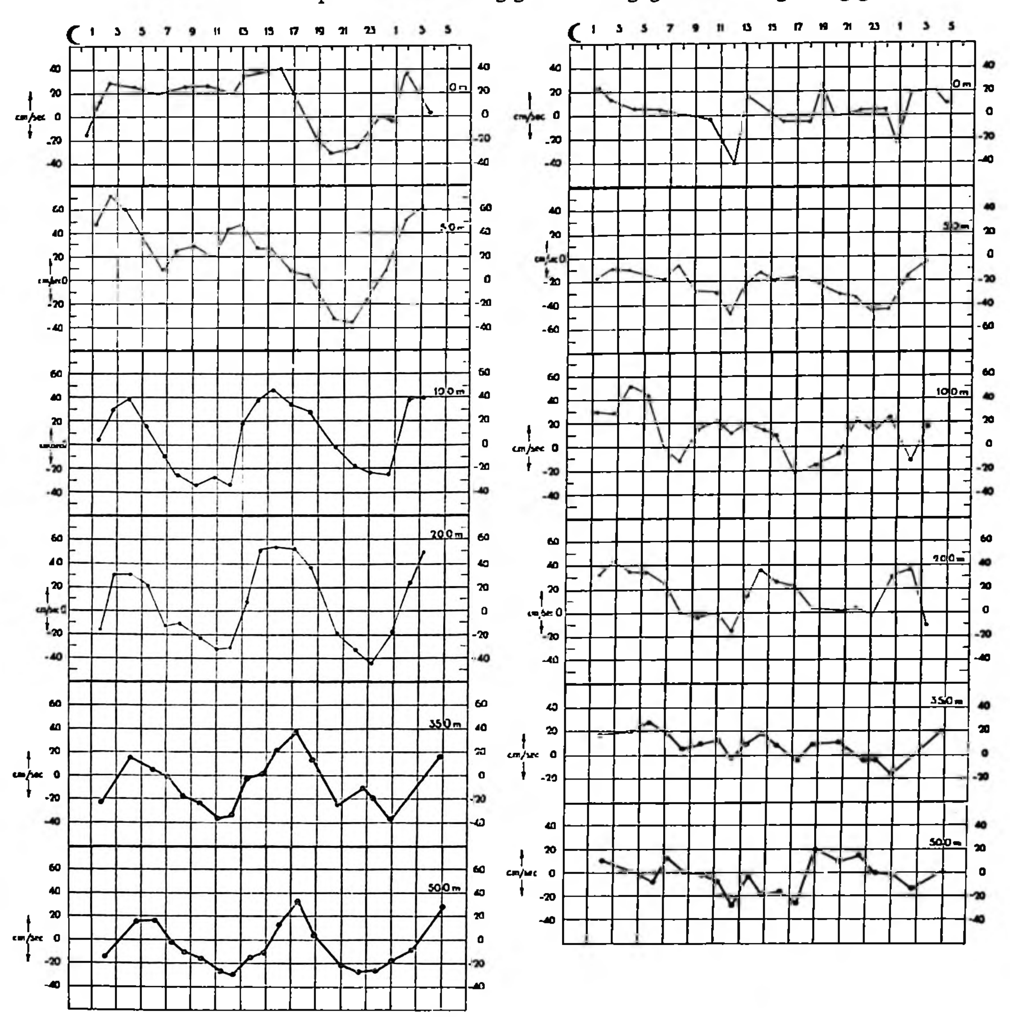


Abb. 32. Nordkomponente des Oberflächenstromes auf Ankerstation 253*a* für die Beobachtungszeit, während welcher die Strommessungen in 50—500 m stattfanden.
Nordkomponente der Ströme in 50—100—200—350—500 m Tiefe auf St. 253*a*.

Abb. 32. Ostkomponente des Oberflächenstromes auf Ankerstation 253*a* für die Beobachtungszeit, während welcher die Strommessungen in 50—500 m stattfanden.
Ostkomponente der Ströme in 50—100—200—350—500 m Tiefe auf St. 253*a*.

grössere. Zu beachten ist die ausserordentlich grosse Amplitude der halbtägigen Gezeit in 100 und 200 m. Tiefe. Sie erreicht hier ihre maximalen Werte. Auf Grund obiger Ergebnisse lassen sich die beobachteten Tiefen in drei Schichten einteilen, nämlich die obere Schicht, welche die Oberfläche und 50 m Tiefe, die Mittelschicht, welche die Tiefen 100 m., 200 m. und 350 m. und die untere Schicht, welche die Tiefe 500 m. erfassen. Die Amplitude der E-Komponente der Mittelschicht zeigt bei beiden Gezeitenwellen ein Maximum.

Die N- und E-Komponenten in 50 und 100 m Tiefe wurden auf das Vorhandensein einer Restwelle geprüft. Die mit Hilfe der berechneten Restwerte gezeichneten Kurven ergaben in 50 und 100 m Tiefe folgende Gleichungen:

	N [1]	E [1]
50 m	$16.0 \cos \frac{2\pi}{7.2}(t - 3.3)$	$8.3 \cos \frac{2\pi}{6.4}(t - 1.6)$
100 m	$9.8 \cos \frac{2\pi}{7.8}(t - 3.7)$	$16.5 \cos \frac{2\pi}{7.9}(t - 5.4)$

Aus vorstehenden Gleichungen ersieht man, dass die Perioden dieser Restwellen ein wenig von einander verschieden sind. In der Oberfläche betrug die Periode der Restwelle 6.8 Stunden. Die Restwelle müsste in sämtlichen Tiefen die gleiche Periode aufweisen. Das Ungleichsein der gefundenen Restwellenperioden ist vielleicht durch das Fehlen ausreichender Beobachtungen erklärbar.

Stromfiguren. — Die Stromfiguren der ganz- und halbtägigen Gezeit sind in Figur 33 und 34 abgebildet. Die Berechnung und Zeichnung der Stromellipsen der Oberfläche für die ganz- und halbtägige Gezeit wurde mit Hilfe des Amplituden- und Phasenwertes, der für die N-Komponente aus drei Perioden und für die E-Komponente aus den zwei ersten Perioden berechnet wurde, vorgenommen.

TABELLE 42. Gezeitenströme auf Ankerstation 253*a*.

Tiefe	Hauptrichtung	Maximale Stärke cm/sec	Phase in Mondstunden	Verhältnis der kleinen Achse zur grossen der Stromellipse	Umlauf der Stromellipse
			Ganztägige Gezeit		
0 m	N 0.8° E	21,8	10.0	0.431	cum sole
50 m	N 12.5° E	21.6	8.3	0.000	alternierend
100 m	N 41.5° W	13.2	17.1	0.546	contra solem
200 m	N 36.5° W	14.9	15.8	0.181	contra solem
350 m	N 25.5° W	9.0	18.0	0.456	cum sole
500 m	N 82.5° E	7.8	0.2	0.000	alternierend
			Halbtägige Gezeit		
0 m	N 2,5° W	13.6	2.6	0.566	contra solem
50 m	N 14° E	26.1	2.8	0.391	contra solem
100 m	N 0.°5 W	35.1	4.0	0.348	cum sole
200 m	N 24.5° E	44.2	4.0	0.143	cum sole
350 m	N 16° E	24.8	4.8	0.242	contra solem
500 m	N 6° W	22.3	5.3	0.498	contra solem

Von 12 Stromellipsen verlaufen 4 cum sole, 6 contra solem und 2 sind alternierend. Ein ausgesprochener Einfluss der Erdrotation scheint somit nicht vorhanden zu sein, wie es der fast äquatoralen Lage der Station entsprechen muss. Beachtenswert ist auch die besondere Schmalheit der meisten Stromellipsen, was ebenfalls zur fast äquatoralen Lage der Station passt. Die maximalen Gezeitenströme, die Richtung ihrer Hauptachsen sowie ihrer Phase, stehen in Tabelle 42. Bei der ganztägigen Gezeit lassen sich deutlich wieder drei Schichten feststellen und zwar:

1. Oberschicht 0—50 m mit Hauptrichtg. N 6.6 E, Stärke 21.7 cm/sec., Phase 9.1 h.
2. Mittelschicht 100—350 m mit Hauptrichtg. N 34.5 W, Stärke 12.4 cm/sec., Phase 17.0 h.
3. Unterschicht 500 m mit Hauptrichtg. N 82.5 E, Stärke 7.8 cm/sec., Phase 0.2 h.

[1] Die Phasen sind bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes um 12ᵘ des 24. April 1930.

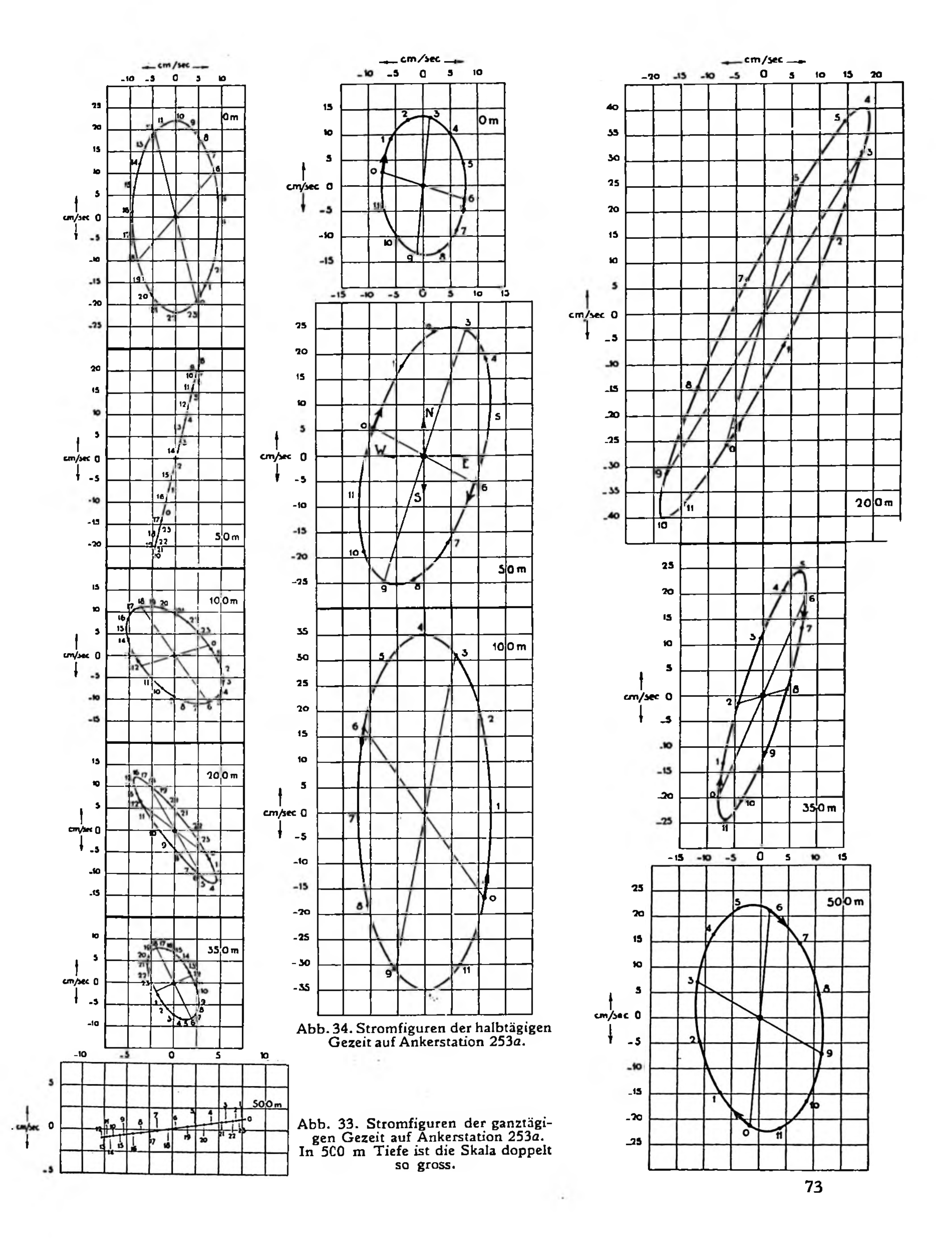


Abb. 34. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 253*a*.

Abb. 33. Stromfiguren der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 253*a*. In 500 m Tiefe ist die Skala doppelt so gross.

Die Oberschicht weist also die grösste Stärke auf, welche mit zunehmender Tiefe abnimmt. Jede tiefere Schicht weist eine Phasenverspätung von $^1/_3$ Periode gegenüber der höherliegenden Schicht auf. Auch bei der halbtägigen Gezeit lässt sich eine Teilung der Wassermassen in drei Schichten vornehmen. Wir erhalten dann für jede Schicht folgende Werte:

1. 0—50 Hauptrichtg. N 5.8 E Stärke 19.8 Phase 2.7.
2. 100—350 „ N 13.3 E „ 34.7 „ 4.3.
3. 500 „ N 6 W „ 22.3 „ 5.3.

Die grösste Stärke finden wir hier in der Mittelschicht. Der Lage der Seestrasse entsprechend ist die N-Komponente der Ellipse am Stärksten entwickelt.

Restströme. — Die Verteilung der Restströme ist in Abbildung 35 gezeichnet, während Tabelle 43 ihre Elemente enthält.

TABELLE 43. Restströme auf Ankerstation 253*a*.

Tiefe	N	E	Resultante Richtung	Geschwindigkeit cm/sec	Bemerkungen
0 m	+ 13.8	+ 6.9	N 27 E	15	
50 m	+ 16.2	—24.1	N 56 W	29	
100 m	+ 9.0	+ 9.1	N 46 E	13	
200 m	+ 2.8	+ 14.9	N 80 E	15	
350 m	— 6.4	+ 7.7	S 50 E	10	
500 m	— 7.3	— 2.7	S 20 W	8	
1200 m	+ 1.6	+ 2.4	N 60 E	3	
1400 m	(— 10)	(+ 4.0)	(S 21 E)	(11)	Nur aus 2 Werten
1500 m	— 3.5	+ 4.4	S 52 E	5	

Der Oberflächenstrom transportiert warmes und salzarmes, also leichtes Wasser vom Boeroe zum Molukkenmeer. Wird die südliche Breite der Station berücksichtigt, so fällt sofort auf, dass bei zunehmender Tiefe die Stromrichtung sich contra solem dreht. Wahrscheinlich ist die auffal-

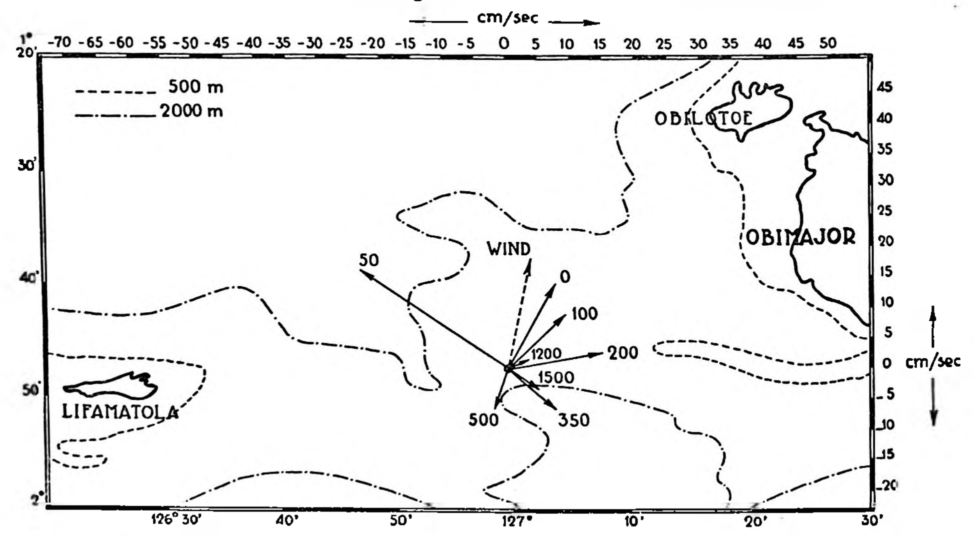


Abb. 35. Restströme und Situationskarte mit Tiefenlinien auf Ankerstation 253*a*.

lende Richtung und Stärke des Reststromes in 50 m Tiefe als eine Kompensation der Oberschicht anzusehen. Die Richtung N 46 W stimmt vollkommen mit der Orientierung der, das Mangolebecken im Molukkenmeer mit dem Boeroebecken im gleichnamigen Meer verbindenden Linie, überein. Die Ströme in 100 und 200 m Tiefe sind direkt gegen die Küste Obimajor gerichtet. Die tieferen Schich-

ten weisen alle eine stärkere S-Komponente auf. In 500 m Tiefe hat der Reststrom eine um 180 Grad verschiedene Richtung von jener der Oberfläche. Die Werte für den Reststrom in 1400 m Tiefe sind als falsch anzusehen. Es standen nur zwei Messungen zur Verfügung. In 1500 m Tiefe hat der Reststrom eine der 50 m Tiefe entgegengesetzte Richtung, d.h. Einströmen von pazifischem Tiefenwasser durch das Molukken-nach dem Boeroe- und Bandameer.

Die ozeanographischen Wiederholungsserien. — Auf dieser Ankerstation wurden in der Zeit von 20.20 h (Ortszeit) des 23. April bis 21.56 h des 24. April 1930 insgesamt 14 Serienmessungen, mit einem mittleren Intervall von 1.8 Stunden, vorgenommen. Es wurden Temperatur- und Salzgehaltwerte für die Solltiefen 0—50—100—250—450—800 und Sauerstoffgehaltwerte für die gleichen Tiefen, mit Ausnahme der Oberfläche, gewonnen. In den Tiefen von 150 und 800 m wurde, zur Festlegung der wahren Tiefe dem druckgeschützten, ein druckungeschütztes Thermometer beigegeben. Dann wurde für jede Serie die vertikale Verteilung der ozeanographischen Elemente gezeichnet und hieraus für jede Tiefe der Gradient des betreffenden Elementes ermittelt. Mit Hilfe dieser Gradienten wurden dann die Werte von den wahren Tiefen auf die Solltiefen reduziert. Tabelle 44 enthält, eingeteilt in Serienfolge, die korrigierten Temperatur-, Salzgehalt-, Dichte- und Sauerstoffwerte für die Solltiefen.

TABELLE 44. Ozeanographische Wiederholungsserien auf Ankerstation 253*a*.

Tiefe	Zeit	T	S	σ_t	Tiefe	Zeit	T	S	σ_t
	23.IV.		I.			23.IV.		II.	
0 m	20.33	29.0	33.67	21.08_3	0 m	22.0	29.0	33.64	21.06_5
50 m	„	26.59_5	34.11	22.19_8	50 m	„	27.28	34.05	21.93_3
100 m	„	23.43_5	34.44	23.40_4	100 m	„	24.20_5	34.42	23.15_4
150 m	„	17.91_5	34.53	24.95_4	150 m	„	19.56	34.52	24.53_0
250 m	„	11.75	34.65	26.37_8	250 m	„	11.84_5	34.66	26.37_0
450 m	„	9.02_5	34.65	26.85_7					
800 m	„	5.67	34.56	27.26_6					
	24.IV.		III.			24.VI.		IV.	
0 m	00.18	28.9	33.55	21.03_3	0 m	2.33	28.7	33.66	21.17_3
50 m	„	26.81_5	34.12	22.13_3	50 m	„	26.59	34.14	22.22_7
100 m	„	23.63	34.44	23.34_7	100 m	„	24.02	34.45	23.23_8
150 m	„	19.11	34.52_5	24.65_0	150 m	„	17.54_5	34.58	25.08_2
250 m	„	12.15	34.63	26.29_3	250 m	„	13.87_5	34.61	25.93_7
450 m	„	8.92_5	34.70	26.92_0	450 m	„	8.87_5	34.70	26.92_8
800 m	„	5.57	34.57	27.28_7	800 m	„	5.53	34.59	27.30_7
	24.IV.		V.			24.IV.		VI.	
0 m	4.10	28.6	33.68	21.22_5	0 m	6.16	28.7	33.70	21.21_0
50 m	„	26.73_5	34.13	21.41_5	50 m	„	27.51_5	34.04	21.84_7
100 m	„	23.53_5	34.44	23.37_5	100 m	„	23.36_5	34.44_5	23.42_4
150 m	„	18.71	34.52	24.74_6	150 m	„	17.49	34.59	25.10_0
250 m	„	12.50_5	34.61	26.21_4	250 m	„	12.27	34.61	26.26_3
450 m	„	8.34	34.65	26.96_4	450 m	„	8.36	34.66	26.97_1
800 m	„	5.51	34.56	27.28_4	800 m	„	5.65	34.57	27.27_7
	24.VI.		VII.			24.VI.		VIII.	
0 m	8.00	29.1	33.56	20.53_2	0 m	9.95	29.4	33.48	20.36_1
50 m	„	28.16_5	33.90	21.53_5	50 m	„	27.54_5	34.02	21.83_0
100 m	„	24.62	34.43_5	23.04_9	100 m	„	24.10_5	34.43	23.20_3
150 m	„	17.01	34.60	25.22_1	150 m	„	19.39	34.52	24.57_4
250 m	„	12.39_5	34.63	26.24_5	250 m	„	13.15	34.63	26.09_6
450 m	„	8.35_5	34.65	26.96_1	450 m	„	8.49_5	34.66	26.94_3
800 m	„	5.37	34.56	27.30_1	800 m	„	5.69	34.58	27.28_2

Tiefe	Zeit	T	S	σ_t	Tiefe	Zeit	T	S	σ_t
	24.VI.		IX.			24.IV.		X.	
0 m	12.10	30.1	33.87	20.86_9	0 m	14.00	32.4	32.69	18.63_3
50 m	„	26.26_5	34.15	22.33_5	50 m	„	25.51	34.27	22.65_7
100 m	„	22.02_5	34.43	23.80_2	100 m	„	22.34	—	—
150 m	„	19.30	34.50	24.57_8	150 m	„	19.88	34.46	24.40_1
250 m	„	13.83_5	34.61	25.94_8	250 m	„	13.43_5	34.61	26.02_8
450 m	„	9.01_5	34.67	26.87_6	450 m	„	9.08_5	34.68	26.87_0
800 m	„	5.35	34.53	27.28_4	800 m	„	5.36_5	34.55	27.29_7
	24.IV.		XI.			24.IV.		XII.	
0 m	16.00	30.2	33.33	19.95_4	0 m	17.99	29.5	33.52	20.35_7
50 m	„	26.36_5	34.15	22.30_3	50 m	„	25.24_5	34.33	22.77_5
100 m	„	21.61	34.43	23.91_6	100 m	„	20.31_5	34.48	24.30_1
150 m	„	19.06_5	34.51	24.64_7	150 m	„	17.48_5	34.56	25.07_8
250 m	„	13.67_5	34.59	25.95_4	250 m	„	12.52	34.61	26.21_1
450 m	„	8.98_5	34.67	26.88_1	450 m	„	9.44_5	34.64	26.78_1
800 m	„	5.49_5	34.55	27.28_2	800 m	„	5.54_5	34.56	27.28_1
	24.IV.		XIII.			24.IV.		XIV.	
0 m	19.95	28.9	32.76	20.01_1	0 m	21.94	29.7	33.58	20.33_4
50 m	„	26.57	34.14	22.23_4	50 m	„	28.21	33.93	21.54_0
100 m	„	21.44	34.46	23.98_3	100 m	„	24.15_5	34.41	23.16_5
150 m	„	16.45	34.59	25.34_8	150 m	„	17.33	34.59	25.13_9
250 m	„	11.90_5	34.67	26.36_8	250 m	„	11.21_5	34.66	26.48_8
450 m	„	9.05_5	34.67	26.87_0	450 m	„	9.01_5	34.70	26.90_6
800 m	„	5.56	34.56	27.27_9	800 m	„	5.72_5	34.58	27.27_8

Für jede Tiefenstufe wurden die Werte der Serienbeobachtungen der einzelnen ozeanographischen Elemente gemittelt (s. Tabelle) und diese graphisch eingetragenen Mittelwerte bilden den in Abbildung 36 dargestellten mittleren vertikalen Aufbau des Meeres bei der Ankerstation.

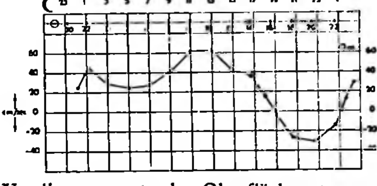
Mittlere Temperatur-, Salzgehalt- und Dichtewerte auf Ankerstation 253*a*.

Tiefe in m	Mittlere Temperatur °C	Mittlerer Salzgehalt °/₀₀	Mittlere Dichte σ_t	Mittlerer Sauerstoffgehalt cc/L
0 m	29.43	33,48	20.56_0	—
50 m	$26,81^5$	34,10	22.04_3	4.23
100 m	23,06	34,44	23.48_9	3.55
150 m	18.30	34,54	24.86_0	3.09
250 m	12.61	34,63	26.19_9	2.81
450 m	8.84	34,67	26.90_7	2.84
800 m	5,54	34,57	27.31_3	2.43

Die hohe Temperatur an der Meeresoberfläche (29.5°) nimmt schnell und regelmässig mit zunehmender Tiefe ab, um in 250 m Tiefe 12.6° zu erreichen, von wo ab die Temperaturabnahme langsamer vor sich geht. In 1782 m wurde eine Temperatur von 3.34° gemessen. Der Salzgehalt der Oberfläche beträgt 33,48‰ und steigt fast linear bis 100 m Tiefe; in 150 m Tiefe beträgt der Wert 34.54‰; die Zunahme verlangsamt sich von hier ab bis etwa 400 m und erreicht in dieser Tiefe den maximalen Wert von 34.67‰ um dann ganz langsam abzunehmen, sodass der Wert bei 800 m Tiefe 34.57‰ beträgt. Entsprechend der Temperatur und des Salzgehaltes nimmt die Dichte bis 200 m Tiefe rasch zu; dann geht die Zunahme in die normale Dichtezunahme mit der Tiefe über.

In der folgenden Bearbeitung des ganzen Materials wollen wir zuerst die zeitlichen Änderungen der Temperatur, des Salzgehaltes, der Dichte und der Sauerstoffverteilung und zuletzt eine Zusammenfassung der Ergebnisse geben.

Temperatur. — In folgender Tabelle sind die Temperaturwerte der Oberfläche für jede Stunde Ortzeit verzeichnet.



Nordkomponente des Oberflächenstromes für die Beobachtungszeit während welcher die Serienmessungen ausgeführt wurden.

Temperaturgang an der Oberfläche.

Ortszeit			24/4/30					
21	22	23	0	1	2	3	4	5
29.0	29.0	28.95	28.90	28.80	28.70	28.65	28.60	28.65
6	7	8	9	10	11	12	13	14
28.70	28.90	29.10	29.25	29.40	29.75	30.10	31.3	32.40
15	16	17	18	19	20			
31.55	30.20	29.90	29.50	29.20	28.9			

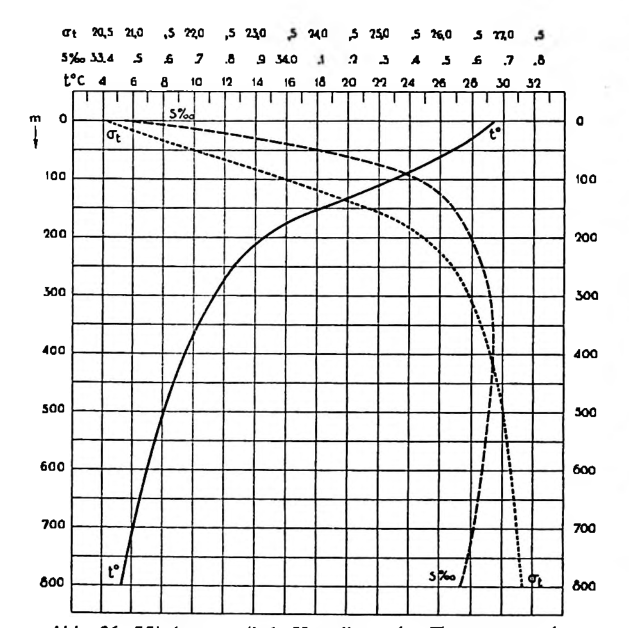


Abb. 36. Mittlere vertikale Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes und der Dichte auf Ankerstation 253*a*.

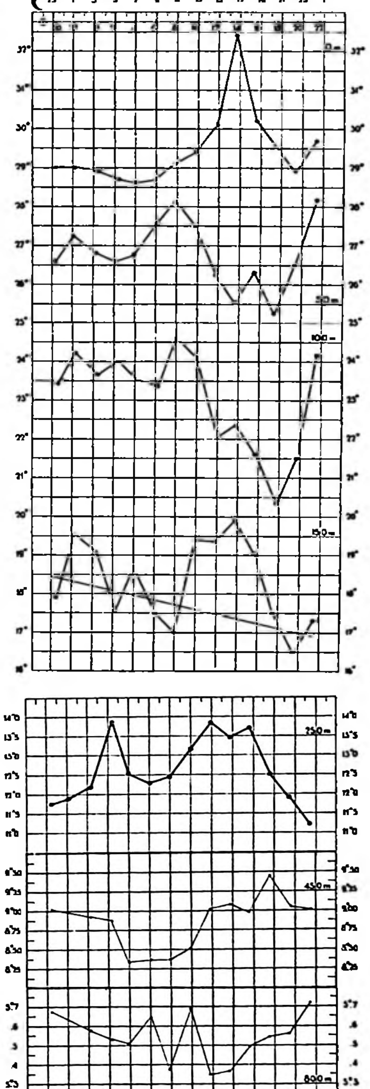


Abb. 37. Zeitliche Änderungen der Temperatur in 0—50—100—150—250—450 und 800 m Tiefe auf Ankerstation 253.

Die Kurve der Oberflächentemperatur (s. Abb. 37) zeigt eine Schwankung mit ausgeprägter Amplitude. Aus der graphischen Darstellung wurden folgende Werte gefunden:

Extreme	Oberfläche	
	°C	Eintrittszeit
Maximum	32.9	14.0 h
Minimum	28.6	4.1 h
Temperaturschwankung . .	4.3	
Anstieg der Temperatur. . .		9.9 Std.
Abfall der Temperatur . . .		14.1 Std.

Im Vergleich zu den üblich gefundenen Temperaturschwankungen an der Oberfläche in den Tropen ist diese Schwankung sehr gross.

Defant beobachtete im freien Ozean eine Schwankung von noch nicht 0.2 Grad; nach Hann kann sie bei Windstille und klarem Wetter auf 1 Grad ansteigen. Der hohe Wert von 4.3 Grad, der hier zur Beobachtung gelangt, wird, wie schon die Abbildung 37 zeigt, durch die hohen Werte von 12—16 Uhr bedingt, besonders durch den Wert von 14 h. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese hohen Werte durch Sonnenstrahlungseinflüsse lokal beeinflusst sind und nicht die normale Erscheinung wiedergeben.

Temperaturwerte in den Tiefen. — Die beobachteten Werte für sämtliche Tiefen sind in Abbildung 37 graphisch eingetragen. Den Kurven, erhalten durch die gradlinige Verbindung der beobachteten Werte, wurden die Temperaturwerte für die vollen Mondstunden entnommen und in Tabelle 45*a* verzeichnet.

TABELLE 45*a*. Temperaturwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden während zwei Mondperioden. — Salzgehaltwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Tiefe Mondstunden	50 m	100 m	150 m	250 m	450 m	800 m	0 m	50 m	100 m	150 m	250 m	450 m	800 m
0	26.82	23.67	18.40	11.78	9.01	5.66	33.66	34.09	34.43	34.52_{6}	34.65_{3}	34.65_{8}	34.56_{1}
1	27.24	24.17	19.35	11.85	8.98	5.63	33.65	34.05	34.42	34.52_{0}	34.66_{0}	34.66_{9}	34.56_{4}
2	27.07	24.00	19.37	12.00	8.96	5.60	33.61	34.08	34.42_{7}	34.52_{2}	34.65_{0}	34.68_{3}	34.56_{6}
3	26.86	23.75	19.15	12.12	8.93	5.58	33.57	34.11	34.43_{7}	34.52_{1}	34.63_{5}	34.69_{5}	34.56_{9}
4	26.72	23.77	18.56	12.72	8.91	5.56	33.59	34.13	34.44_{5}	34.54_{4}	34.62_{3}	34.70_{0}	34.57_{7}
5	26.62	23.94	18.07	13.57	8.88	5.54	33.64	34.14	34.45_{0}	34.57_{0}	34.61_{3}	34.70_{0}	34.58_{7}
6	26.65	23.83	18.03	13.34	8.65	5.52	33.67	34.13	34.44_{8}	34.55_{8}	34.61_{0}	34.68_{0}	34.57_{8}
7	26.75	23.54	18.70	12.50	8.33	5.51	33.68	34.13	34.43_{8}	34.52_{0}	34.61_{0}	34.65_{0}	34.56_{0}
8	27.15	23.45	18.14	12.40	8.35	5.58	33.69	34.09	34.44_{2}	34.55_{4}	34.61_{0}	34.65_{5}	34.56_{5}
9	27.53	23.36	17.50	12.28	8.36	5.65	33.70	34.04	34.44_{3}	34.59_{0}	34.61_{0}	34.66_{0}	34.57_{0}
10	27.86	23.93	17.25	12.34	8.36	5.50	33.63	33.97	34.43_{8}	34.59_{5}	34.62_{0}	34.65_{5}	34.56_{5}
11	28.13	24.59	17.02	12.45	8.38	5.39	33.56	33.91	34.43_{5}	34.59_{8}	34.63_{0}	34.65_{0}	34.56_{0}
12	27.80	24.32	18.27	12.82	8.45	5.55	33.52	33.97	34.43_{3}	34.55_{8}	34.63_{0}	34.65_{6}	34.57_{1}
13	27.40	23.91	19.40	13.18	8.51	5.67	33.53	34.03	34.43_{0}	34.51_{8}	34.63_{0}	34.66_{0}	34.57_{6}
14	26.78	22.90	19.38	13.53	8.80	5.49	33.72	34.10	34.43_{0}	34.50_{8}	34.61_{8}	34.66_{6}	34.55_{0}
15	26.20	22.05	19.42	13.80	9.03	5.35	33.77	34.16	34.43_{0}	34.49_{6}	34.61_{0}	34.67_{1}	34.53_{2}
16	25.80	22.22	19.70	13.58	9.06	5.36	33.08	34.22	34.43_{0}	34.47_{4}	34.61_{0}	34.67_{7}	34.54_{2}
17	25.65	22.25	19.78	13.47	9.07	5.38	32.81	34.25	34.43_{0}	34.47_{8}	34.60_{0}	34.67_{8}	34.55_{0}
18	26.09	21.83	19.35	13.62	9.01	5.45	33.14	34.18	34.43_{0}	34.49_{4}	34.59_{0}	34.67_{3}	34.55_{0}
19	26.11	21.35	18.75	13.44	9.06	5.50	33.37	34.19	34.42_{8}	34.51_{8}	34.59_{4}	34.66_{4}	34.55_{2}
20	25.52	20.70	17.88	12.83	9.30	5.53	33.46	34.29	34.46_{0}	34.54_{4}	34.60_{4}	34.64_{7}	34.55_{7}
21	25.52	20.51	17.25	12.38	9.35	5.55	33.35	34.28	34.47_{5}	34.56_{0}	34.62_{2}	34.64_{7}	34.56_{0}
22	26.20	21.15	16.25	12.06	9.15	5.56	32.94	34.19	34.46_{5}	34.58_{2}	34.65_{2}	34.66_{3}	34.56_{0}
23	26.97	22.12	16.20	11.70	9.04	5.60	33.00	34.09	34.44_{6}	34.59_{0}	34.66_{8}	34.68_{0}	34.56_{5}
Schwankungen:	2.61	4.08	3.58	2.10	1.02	0.32	0.96	0.38	0.05_{6}	0.12_{4}	0.07_{4}	0.05_{3}	0.05_{5}

Den Temperaturkurven ist eine Kurve, welche den Verlauf der N-Stromkomponente für dieselbe Zeitperiode darstellt, hinzugefügt. Hieraus geht hervor, dass, ausser einer kleinen Phasenverschiebung, die Temperaturschwankungen in 50—100—150 m Tiefe vollkommen parallel der Schwankungen der N-Stromkomponente verlaufen. Die Ergebnisse der harmonischen Analyse dieser Werte sind in Tabelle 46 zusammengefasst. Es ist zu beachten, dass die Skala der 450- und 800 m-Kurven gegenüber den in anderen Tiefen verwendeten Skalen verschieden ist.

Ganztägige Gezeit. — Die Temperaturkurve der 100 m Tiefe verläuft mit jener der 50 m Tiefe parallel und es beträgt die Amplitude fast das Doppelte der Amplitude in 50 m Tiefe. In der 150 m Kurve wurde der stetige Rückgang der Temperaturwerte ausgeschaltet.

Wie Tabelle 46 aufweist, finden wir die grösste Amplitude in 100 m Tiefe, wonach sie regelmässig abnimmt. Die Amplitude der ganztägigen Gezeit ist, mit Ausnahme des Wertes in 150 m Tiefe, immer grösser als jene der halbtägigen Gezeit. Die Phasenwerte für die Tiefen 50 und 100 m sind fast gleich. Die Schicht 150 bis 250 m hat die mittlere Phase von 15.2 Mondstunden, was eine Verspätung von 7.5 Stunden gegenüber der höheren Schicht bedeutet. In 400 und 800 m Tiefe finden wir die übliche Phasenverspätung.

Halbtägige Gezeit. — Das Maximum der Amplitude finden wir in 150 m Tiefe. Von der Oberfläche ab verspätet sich die Phase allmählich mit zunehmender Tiefe. (Die 800 m Tiefe gibt den auffallenden Wert von 11.0 Mondstunden).

TABELLE 45*b*. Dichtewerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden. | Sauerstoffgehaltwerte in den verschiedenen Tiefen, geordnet nach Mondstunden, während zwei Mondperioden.

Tiefe / Mondstunden	0 m	50 m	100 m	150 m	250 m	450 m	800 m	50 m	100 m	150 m	250 m	450 m	800 m
0	21.08	22.10	23.32	24.82	26.38	26.86_5	27.26_9	4.23	3.61	3.10	2.78	2.78	2.46_7
1	21.06	21.94	23.16	24.83	26.37	26.88_0	27.27_4	4.36	3.62	3.14	2.76	2.82	2.46_2
2	21.05	22.00	23.24	24.85	26.33	26.90_0	27.28_0	4.31	3.61_5	3.15	2.77	2.86	2.45_7
3	21.04	22.10	23.33	24.86	26.30	26.91_5	27.28_5	4.24	3.61	3.15	2.78_5	2.89_5	2.45_1
4	21.07	22.17	23.32	24.87	26.16	26.92_0	27.29_4	4.18	3.61	3.11	2.81	2.91	2.44_6
5	21.14	22.23	23.26	25.01	25.99	26.92_0	27.30_4	4.14	3.62_5	3.04	2.83_5	2.91	2.44_1
6	21.19	21.90	23.30	24.95	26.05	26.93_5	27.29_8	4.15	3.61	3.06	2.82_5	2.83	2.43_8
7	21.23	21.42	23.38	24.75	26.21	26.96_5	27.28_4	4.19	3.58	3.13	2.81	2.73	2.43_0
8	21.21	21.62	23.40	24.92	26.24	26.97_0	27.28_1	4.31	3.60_5	3.06	2.80	2.75_5	2.43_5
9	21.20	21.83	23.42	25.09	26.26	26.97_0	27.27_8	4.45	3.63	3.00	2.79	2.77_5	2.44_0
10	20.87	21.70	23.24	25.16	26.25	26.96_5	27.29_0	4.53	3.76	3.00	2.81_5	2.79	2.45_0
11	20.51	21.55	23.06	25.19	26.24	26.96_0	27.30_0	4.57	3.88	3.01	2.83	2.79_5	2.45_6
12	20.42	21.70	23.14	24.84	26.17	26.95_5	27.29_0	4.51	3.74	3.10	2.82	2.81	2.43_6
13	20.40	21.88	23.26	24.57	26.09	26.94_5	27.28_2	4.43	3.61	3.16	2.82	2.83	2.42_0
14	20.67	22.13	23.56	24.58	26.01	26.90_5	27.28_3	4.22	3.48	3.15	2.83	2.89	2.42_0
15	20.56	22.37	23.81	24.56	25.96	26.87_5	27.28_5	4.04	3.37_5	3.15	2.84	2.93_5	2.41_9
16	19.38	22.55	23.84	24.47	26.00	26.87_0	27.29_2	3.96	3.40	3.18	2.83	2.89_5	2.41_3
17	18.84	22.60	23.87	24.43	26.02	26.87_0	27.29_5	3.93	3.40_5	3.18	2.83	2.87_5	2.41_4
18	19.52	22.41	23.90	24.57	25.97	26.88_0	27.28_7	4.00	3.36_5	3.16	2.85_5	2.90	2.42_4
19	20.03	22.39	24.00	24.74	26.00	26.86_0	27.28_2	4.00	3.32	3.12	2.85	2.87_5	2.42_8
20	20.24	22.64	24.20	24.96	26.14	26.81_0	27.28_1	3.91	3.25	3.05	2.81_5	2.79	2.41_5
21	20.27	22.61	24.21	25.14	26.25	26.80_0	27.28_0	3.93	3.25	3.01	2.79	2.75_5	2.41_5
22	20.08	22.34	24.04	25.28	26.33	26.85_0	27.27_9	4.06	3.32	2.99	2.78_5	2.79_5	2.42_5
23	20.10	22.00	23.73	25.30	26.40	26.88_0	27.27_8	4.25	3.46	3.00	2.77_5	2.84_5	2.43_0
Schwankungen:	2.39	1.22	1.15	0.87	0.44	0.17	0.03_5	0.66	0.63	0.19	0.09_5	0.20_5	0.05_4

Es wurde, neben den Schwankungen mit Gezeitencharakter, noch eine Restwelle angetroffen. In 50 m Tiefe weist die Temperaturrestwelle dieselbe Periode wie die Restwelle der N-Komponente der gleichen Tiefe auf. Die Periode der Temperaturrestwelle in 100 m Tiefe ist 6.1 Stunden, während bei der Restwelle der Strombeobachtungen in der gleichen Tiefe eine 7.8-stündige Periode gefunden wurde. Eine so gute Übereinstimmung wie in 50 m Tiefe ist kaum zu erwarten, da die Beobachtungsreihe zu kurz ist. Aus Obigem geht wohl hervor, dass die kurzperiodische Welle nicht nur im Strom, sondern auch in den Schwankungen der ozeanographischen Elemente, hervortritt.

Salzgehalt. — Die Schwankungen des Salzgehaltes sind fur sämtliche Tiefen in Abbildung 38 wiedergegeben. Diesen Kurven sind die nach Mondstunden geordneten Werte, welche in Tabelle 45*a* verzeichnet sind, entnommen.

Die Amplituden- und Phasenwerte, welche die harmonische Analyse ergab, sind in Tabelle 46 aufgezeichnet. Die grösste Schwankung ist an der Oberfläche vorhanden, die wahrscheinlich auf abnormale Zustände zurückzuführen ist. Im allgemeinen sind die Amplituden der Salzgehaltschwankungen sehr klein.

Bei Betrachtung der Phasenwerte ist zu bedenken, dass diese auf Grund der kleinen Amplitude keine grosse Genauigkeit aufweisen können.

TABELLE 46. Ergebnis der harmonischen Analyse der Schwankungen der ozeanographischen Elemente auf Ankerstation 253*a*.

	Tiefe	Mittelwert	Ganztägig		Halbtägig		Restwelle		
			Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Periode	Ampl.	Phase
Temperatur	50	26.73	0.73	8.1	0.61	11.8	7.2	0.35	2.3 [1]
	100	22.97	1.37	7.4	0.76	1.5	6.1	0.51	5.1
	150	18.38 — 0.059 t	0.81	16.9	0.89	3.8			
	250	12.69	0.69	13.6	0.59	5.1			
	450	8.83	0.41	20.8	0.11	4.2			
	800	5.53	0.07	1.7	0.06	11.0			
Salzgehalt	0	33.69—0.015 t	0.16	8.7	0.04	11.2			
	50	34.12	0.09	20.6	0.08	6.0			
	100	34.44	0.00_5	0.4	0.01	8.4			
	150	34.53_8 + 0.0016 t	0.03_0	5.6	0.03_4	10.1			
	250	34.62_3	0.01_5	1.3	0.02_2	0.2			
	450	34.66_8	0.00_9	2.6	0.01_7	3.8			
	800	34.56_2	0.01_3	5.2	0.00_2	10.4			
Dichte	0	21.07—0.035 t	0.48	5.7	0.19	10.2			
	50	22.09	0.43	19.4	0.18	5.7			
	100	23.54	0.40	19.2	0.23	7.2			
	150	24.82 + 0.013 t	0.20	4.8	0.25	9.7			
	250	26.17	0.13	2.0	0.15	11.1			
	450	26.90_3	0.06_4	8.7	0.06_1	11.9			
	800	27.28_5	0.00_5	10.2	0.00_6	5.1			
Sauerstoffgehalt	50	4.21	0.19	8.0	0.19	11.9			
	100	3.53	0.19	7.7	0.04	0.5			
	150	3.09	0.02_5	16.6	0.07	3.5			
	250	2.81	0.02_5	14.0	0.02	5.5			
	450	2.78 + 0.004_2 t	0.013	5.6	0.07_0	3.3			
	800	2.456 — 0.001_7 t	0.00_4	1.7	0.00_9	11.1			

[1]) Bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 23 April 1930 um 12^{00} Gr. Zeit.

Dichte. — Obwohl man aus dem Verhalten der Temperatur und des Salzgehaltes direkt auf den Verlauf der Dichteschwankungen schliessen kann, schien es besser, auch diese einer harmonischen Analyse zu unterziehen. Abbildung 39 enthält für die verschiedenen Tiefen die zeitlichen Änderungen der Dichte. Die Kurven verlaufen fast invers der Temperatur und besonders dort wo der Salzgehalt, wie z.B. in 100 m Tiefe, nur wenig schwankt. Sowohl an der Oberfläche wie auch in 150 m Tiefe wurde die stetige Änderung der Dichte ausgeschaltet, bevor man die Werte einer harmonischen Analyse unterzog. In Tabelle 45*b* sind die Werte der Dichte für die verschiedenen Tiefen für jede volle Mondstunde während zwei Mondperioden verzeichnet. Tabelle 46 enthält die Ergebnisse der Analyse der Dichteschwankungen.

Die Amplitude der ganztägigen Welle verringert sich mit zunehmender Tiefe, während sie bei der halbtägigen in 150 m Tiefe ihr Maximum erreicht. Vergleicht man die aus den Dichtewerten berechneten Phasen mit den aus den Temperaturwerten erhaltenen, so ist die Differenz bei der ganztägigen Welle fast immer 12 Stunden, bei der halbtägigen 6 Stunden, also ein Unterschied von einer halben Periode. Hieraus kann man schliessen, dass für die Dichtewerte die Temperatur ausschlaggebend ist.

Sauerstoff. — Für alle Wiederholungsserien wurde in allen Tiefen, mit Ausnahme an der Oberfläche, auch der Sauerstoffgehalt bestimmt. Das ganze hierbei gefundene Material steht in Tabelle 47.

TABELLE 47. Sauerstoffbestimmungen auf Ankerstation 253*a*.

Serie	Zeit.		Tiefe in m					
	Ortszeit 127,5 E	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in ☾ St.	50 m	100 m	150 m	250 m	450 m	800 m
	23.IV.							
I.	20.33	23.5	4.15	3.60	3.08	2.79	2.76	2.47
II.	22.00	1.1	4.38	3.62	3.15	2.76	—	—
	24.IV.							
III.	00.18	3.3	4.22	3.60_5	3.15	2.79	2.91	2.45
IV.	2.33	5.3	4.13	3.63	3.02	2.84	2.91	2.44
V.	4.10	7.0	4.19	3.58	3.13	2.81	2.73	2.43
VI.	6.16	9.1	4.47	3.63	2.99	2.79	2.78	2.44
VII.	8.00	10.9	4.58	3.90	3.01	2.83	2.79	2.46
VIII.	9.95	12.8	4.46	3.64	3.16	2.82	2.82	2.42
IX.	12.10	14.8	4.05	3.37	3.15	2.84	2.94	2.42
X.	14.00	16.7	3.91	3.42	3.19	2.82	2.87	2.41
XI.	16.00	18.6	4.04	3.34	3.15	2.87	2.91	2.43
XII.	17.99	20.5_5	3.87	3.22	3.01	2.79	2.74	2.41
XIII.	19.95	22.4_5	4.13	3.36	2.98	2.78	2.81	2.43
XIV.	21.94	0.4	4.61	3.74	3.05	2.76	2.92	2.43
Mittelwert.			4.23	3.55	3.09	2.81	2.84	2.43

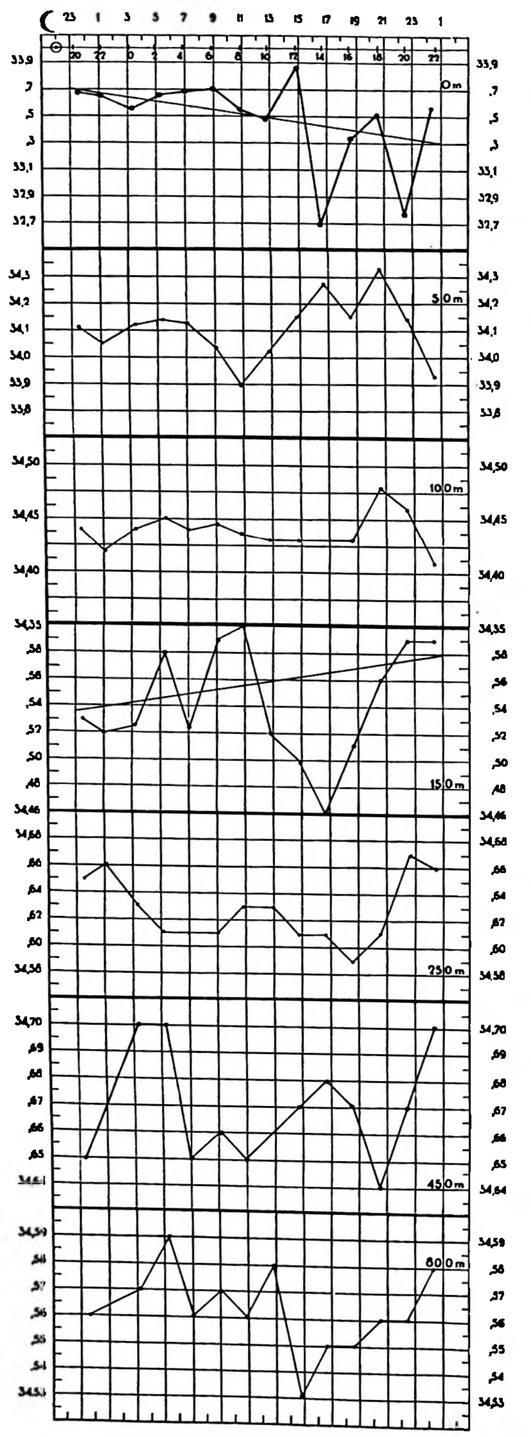


Abb. 38. Zeitliche Änderungen des Salzgehaltes in 0—50—100—150—250—450 und 800 m Tiefe auf Ankerstation 253*a*.

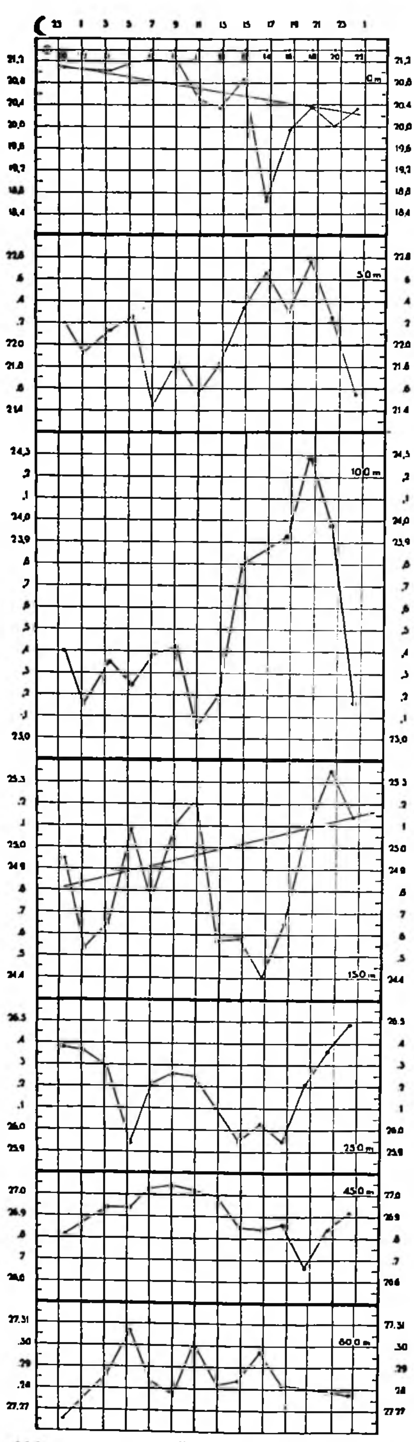


Abb. 39. Zeitliche Änderungen der Dichte in 0—50—100—150—250—450 und 800 m Tiefe auf Ankerstation 253*a*.

Dieses Material kann man zunächst zur Ableitung der mittleren vertikalen Verteilung des O_2-Gehaltes benutzen (s. Figur 40). Von 50 bis 250 m Tiefe findet eine sehr starke Abnahme statt, dann bis 425 m ein sehr leichter Anstieg und nachdem wieder ein leichter Abfall. Die in Tabelle 45*b* nach Mondstunden geordneten, enthaltenen Werte sind in Abbildung 41, zwecks Analyse ihrer zeitlichen Schwankung graphisch eingetragen. Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 46 zusammengefasst. Ein Vergleich der in Abbildung 41 enthaltenen Kurven mit jenen der Temperatur (s. Abb. 37) lässt uns einen weitgehenden parallellen Verlauf erkennen, was durch die Ergebnisse der harmonischen Analyse bestätigt wird. Die Phasenwerte der Gezeitenwellen der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes sind fast identisch. Die kleine Amplitude der halbtägigen Gezeit in 250 m Tiefe ist durch das Vorhandensein eines Wendepunktes in der vertikalen Sauerstoffgehaltsverteilung erklärlich.

Für die Kurven der 250 und 450 m Tiefen wurde eine doppelt so grosse Skala wie die in den höheren Schichten verwendete gebraucht. In 800 m sind die Schwankungen so klein, dass die harmonische Analyse nur ein Rechenergebnis gab.

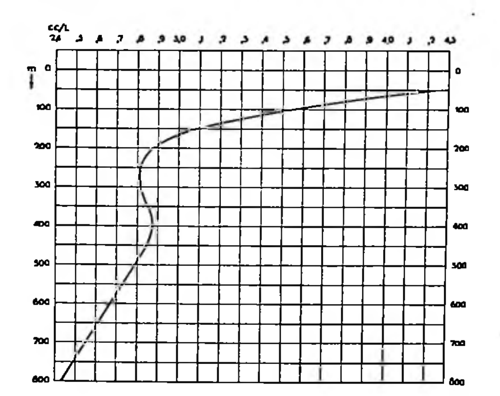


Abb. 40. Mittlere vertikale Verteilung des Sauerstoffgehalts auf Ankerstation 253*a*.

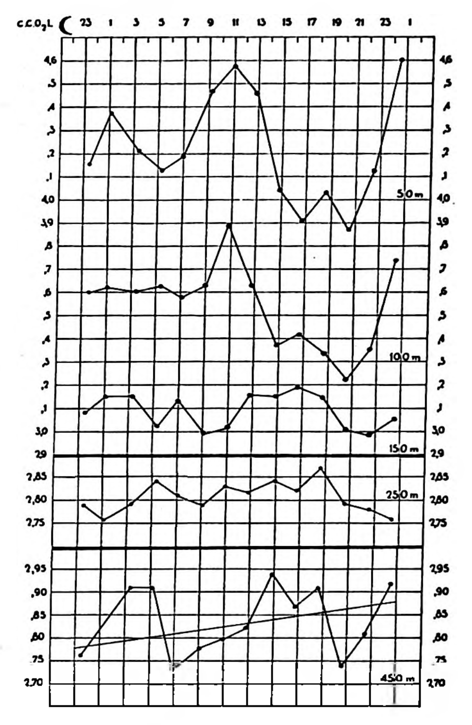


Abb. 41. Zeitliche Änderungen des Sauerstoffgehalts in 50—100—150—250 und 450 m Tiefe auf Ankerstation 253*a*.

STROMVERHÄLTNISSE UND VERTIKALE VERLAGERUNG DER WASSERMASSEN AUF ANKERSTATION 253*a*

Wir haben gesehen, dass nicht nur die Temperatur, sondern sämtliche Eigenschaften des Seewassers, wie Salzgehalt, Dichte und Sauerstoff, Schwankungen unterliegen. Die Analyse dieser Schwankungen in sämtlichen Tiefen, von welchen Beobachtungen vorliegen, weist auf eine vertikale Verlagerung dieser Wassermassen beim Vorübergehen der Gezeitenwellen.

Durch diese Auf- und Niederbewegungen zeigen die ozeanographischen Elemente in einer bestimmten Tiefe zeitliche Änderungen.

Tabelle 46 zeigt in übersichtlicher Weise das Ergebnis der Analyse dieser Schwankungen.

Nur die 24-stündige Beobachtungsperiode in Betracht ziehend, ist die gute Übereinstimmung der Phasenwerte, welche aus den verschiedenen Elementen abgeleitet sind, überraschend.

Mit Ausnahme von kleinen Abweichungen, zeigen bei der ganztägigen Gezeit die Phasenwerte der Temperatur einerseits und Salzgehalt und Dichte andererseits einen Unterschied von 12 Mondstunden. Die aus den Schwankungen des Sauerstoffgehaltes abgeleiteten Phasen sind, mit Ausnahme

derjenigen in 450 m Tiefe, vollkommen identisch mit denen, welche aus den Temperaturschwankungen abgeleitet sind. Dies deutet bereits auf vertikale Verlagerung, da sonst der Sauerstoffgehalt invers der Temperatur schwanken würde.

Auch bei der halbtägigen Gezeit stimmen die Phasenwerte besonders gut überein. Die grössten Amplituden bei beiden Gezeitenwellen werden selbstverständlich in derjenigen Tiefe gefunden, wo das grösste Gefälle (siehe Tabelle 48) vorhanden ist.

TABELLE 48. Gefälle der ozeanographischen Elemente der mittleren Verteilungskurve entnommen.

Tiefe	T °C/meter	S ‰ pro meter	σ_t	O_2 cc/L pro meter
50 m	—0.07	+ 0.009	+ 0.035	—
100 m	—0.09	+ 0.005	+ 0.027	—0.01
150 m	—0.09	+ 0.001	+ 0.032	—0.007
250 m	—0.04	+ 0.001	+ 0.007	(—)
450 m	—0.02	0.000	0.000	—0.001

Wenn man annimmt, dass die obenerwähnten zeitlichen Schwankungen ihre Entstehung der vertikalen Bewegung des Wassers verdanken, so kann man mit Hilfe der Amplitude und Phasenwerte und aus dem vertikalen Gefälle die Grösse und Phase der vertikalen Verlagerung berechnen.

Vergleicht man die Temperaturkurve der 50 m Tiefe mit der graphischen Darstellung der N-Komponente des Oberflächenstromes für die gleiche Zeit (siehe Abb. 37), so fällt sofort ein weitgehender paralleller Verlauf der beiden Kurven auf. Es muss deshalb ein inniger Zusammenhang zwischen Strom- und Temperaturschwankungen vorhanden sein.

Zum besseren Vergleich der Verlagerung mit den beobachteten Gezeitenströmungen in derselben Tiefe, wurden in Tabelle 49, neben Amplituden und Phasenwerten der Verlagerung, auch die Elemente der Gezeitenströme gegeben. Von letzteren sind sowohl Amplitude und Phase der getrennten Komponenten wie auch die Elemente der Stromellipsen gegeben.

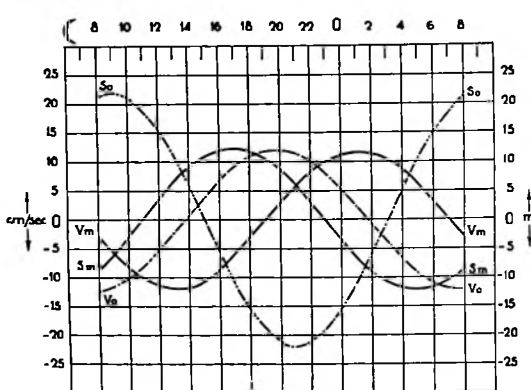


Abb. 42. Stromverhältnisse und vertikale Verlagerung bei der ganztägigen Gezeit in der Oberschicht (0—50 m) und in der Mittelschicht (100—350 m).
S_0 = Strom, V_0 = Verlagerung in der Oberschicht; S_m = Strom, V_m = Verlagerung in der Mittelschicht } auf der Ankerstation 253*a*.

Zuerst wäre hervorzuheben, dass die Grössenordnung der Verlagerung für alle Schichten die gleiche ist. Auffallend ist die Tatsache, dass in 150 m Tiefe, also in der Nähe der angedeuteten Grenzfläche, die Amplitude der ganztägigen Verlagerung kleiner sein soll als ober- und unterhalb dieser Schicht. Dort, wo das Gefälle des Salz- und Sauerstoffgehaltes sehr klein wird, wurde von der Berechnung einer Verlagerungsamplitude aus der Amplitude der Schwankung dieser ozeanographischen Elemente abgesehen. Die mittlere vertikale Verlagerung beträgt für die ganztägige Gezeit 27 m., für die halbtägige Gezeit 19 m. Defant fand bei Stationen mit ausgebildeter Sprungschicht, aber bei kleineren Stromgeschwindigkeiten, ungefähr 5 mal kleinere Werte. Leider standen keine Strommessungen in 150 m Tiefe zur Verfügung; deshalb haben wir, um einen besseren Vergleich mit der Verlagerung in dieser Tiefe zu erzielen, die Werte der Stromellipsen in 100 und 200 m Tiefe gemittelt.

Ganztägige Welle. — In Abbildung 42 ist für die Tiefen 50—100 und 350 m der Verlauf der ganztägigen Verlagerung und des Stromes, berechnet aus den Elementen der ganztägigen Gezeitenstromellipse, gezeichnet. Der in 50 m dargestellte Strom bedeutet der mittlere Strom in der Schicht

TABELLE 49. Stromverhältnisse und vertikale Verlagerung der Wassermassen bei der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 253*a*.

Strom.								Vertikale Verlagerung										
Tiefe in m	Nord-komponente		Ost-komponente		Resultierende aus den Stromellipsen			Tiefe in m	Aus Temperatur		Aus Salzgehalt		Aus Dichte		Aus. O_2-gehalt		Mittel	
	Geschwindigkeit in cm/sec	Phase in Mondstd.	Geschwindigkeit in cm/sec	Phase in Mondstd.	Richtung	Geschw. in cm/sec	Phase in Mondstd.		Ampl. m	Phase Mondstd.	Ampl. m	Phase Mondstd.	Ampl. m	Phase Mondstd.	Ampl. m	Phase Mondstd.	Ampl. m	Phase Mondstd.
Ganztätige Gezeit								**Ganztätige Gezeit**										
0	21.8	10.2	9.3	4.1	N 0.8 E	21.8	10.0											
50	21.2	8.3	4.8	8.3	N 12.5 E	21.6	8.3	50	10.4	20.1	10.0	20.6	12.3	19.4		20.0	10.9	20.0
100	11.1	18.8	10.3	3.0	N 41.5W	13.2	17.1	100	15.2	19.4	(1)	0.4	14.7	19.2	19.0	19.7	16.3	20.7
150					N 39 W	14.0	16.4	150	9.0	4.9	(36)	5.6	6.2	4.8	3.5	4.6	6.2	5.0
200	12.1	16.1	9.1	2.7	N 36.5 W	14.9	15.8	250	17.0	1.6	15.0	1.3	18.0	2.0		2.0	16.7	1.7
350	8.3	17.2	5.4	9.0	N 25.5 W	9.0	18.0											
500	1.0	23.4	7.7	0.2	N 82.5 E	7.8	0.2	450	20.0	8.8					13.0	17.6	16.5	1.2
0—50					N 7 E	21.7	9.0	50									10.9	20.0
100—350					N 34 W	12.3	17.0	100—250									13.1	1.1
500					N 83 E	7.8	0.2	450									16.5	1.2
Halbtägige Gezeit								**Halbtägige Gezeit**										
0	13.6	2.6	7.7	5.7	N 2.5 W	13.6	2.6											
50	25.4	2.6	11.8	4.7	N 14 E	26.1	2.8	50	8.7	5.8	8.9	6.0	5.1	5.7		5.9	7.6	5.8
100	35.1	3.95	12.2	0.9	N 0.5 W	35.1	4.0	100	8.4	7.5	(2.2)	8.4	8.5	7.2	4.0	6.5	7.0	7.4
150					N 12 E	39.7	4.0	150	9.9	9.8	(34)	10.1	7.8	9.7	10.0	9.5	9.2	9.8
200	40.5	4.3	19.0	3.7	N 24.5 E	44.2	4.0	250	14.7	11.1	22.0	0.2	21.4	11.1		11.5	19.4	11.5
350	24.4	5.1	7.9	6.1	N 16 E	24.8	4.8											
500	22.2	5.4	11.3	8.7	N 6 W	22.3	5.3	450	5.5	10.2							5.5	10.2
0—50					N 6 E	19.8	2.7	50									7.6	5.8
100—350					N 13 E	34.7	4.3	100—250									11.9	9.6
500					N 6 W	22.3	5.3	450									5.5	10.2

von 0—50 m. In dieser Oberschicht sind die Phasen von Strom und Verlagerung um eine halbe Periode von einander verschieden.

Maximaler Strom um 9.9 h Mondzeit nach Norden fällt mit grösstem Tiefstand der 50 m-Schicht zusammen. Ausserdem enthält Abb. 42 die zeitliche Änderung der Strom- und Verlagerungsamplituden für die Ober- (0—50 m) und Mittelschicht (100—350 m). Die Phasendifferenz zwischen Strom und Verlagerung beträgt in der oberen Schicht eine halbe, in der Mittelschicht $^1/_3$ Periode. In 100 m Tiefe beträgt der Phasenunterschied kaum $^1/_6$ Periode; in 150 m aber ist der Phasenunterschied bis zu einer halben Periode wieder angewachsen.

Halbtägige Gezeit. — In der Oberschicht lässt sich zwischen Strom und Verlagerung eine Phasendifferenz von $^1/_4$ Periode feststellen, in 100 und 150 m Tiefe beträgt dieser Unterschied $^1/_2$ Periode (s. Figur 43).

Es ist vielleicht interessant, das Verhalten der Wassermassen beim gleichzeitigen Einwirken der ganz- und halbtägigen Gezeit zu beobachten. Zu diesem Zwecke ist in Figur 44 die totale Verlagerung (also ganz- und halbtägige Verlagerung zusammengefasst) für sämtliche Tiefen gezeichnet. Hieraus ersehen wir sofort die sehr grosse Amplitude. Die Kurven der 50- und 100 m Tiefen laufen mit einander parallel, nur weist die 100 m Kurve eine kleine Verspätung gegenüber der 50 m Kurve auf, während in 150 m Tiefe der Verlauf der Kurve fast entgegengesetzt jenem in 50 m Tiefe ist. Die Kurve der 250 m Tiefe verläuft mit der 150 m Tiefen-Kurve parallel; allerdings sind die Wassermassen in 250 m Tiefe einer totalen Verlagerung von 60 m unterworfen.

Für jede Tiefe wurde die Resultante des gleichzeitigen Einwirkens des ganz- und halbtägigen

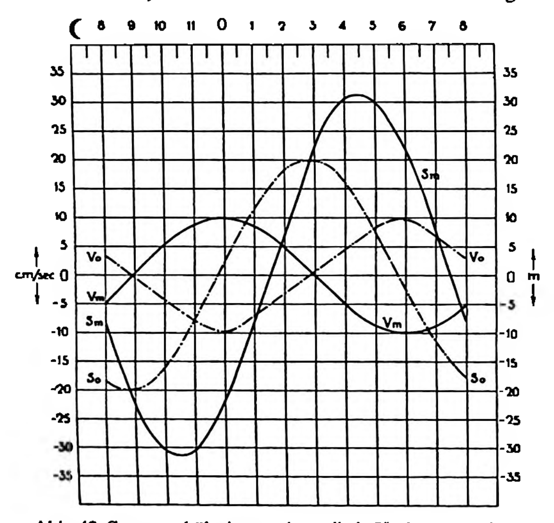


Abb. 43. Stromverhältnisse und vertikale Verlagerung durch die halbtätige Gezeit in der Oberschicht (0—50 m) und in der Mittelschicht (100—350 m) auf der Ankerstation 253*a*.
S_0 = Strom V_0 = Verlagerung in der Oberschicht.
S_m = Strom V_m = Verlagerung in der Mittelschicht.

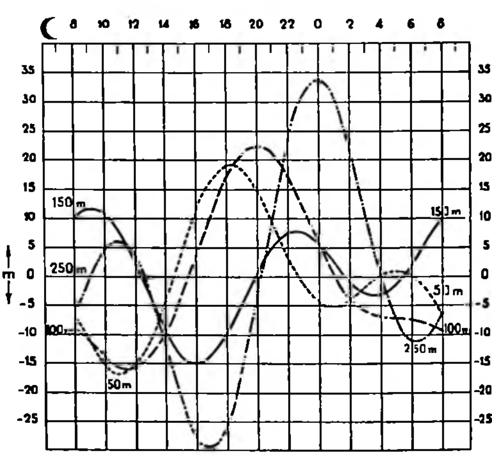


Abb. 44. Totale Verlagerung bei der ganz- und halbtägigen Gezeit in 50—100—150 und 250 m Tiefe auf Ankerstation 253*a*.

Gezeitenstromes durch das Addieren der diesbezüglichen Stromvektoren, den ganz- und halbtägigen Gezeitenstromellipsen entnommen, ermittelt. In sämtlichen Tiefen sind die Figuren hauptsächlich Nord-Süd orientiert. Aus diesen Figuren ist der Zusammenhang zwischen Strom und Schwankungen der ozeanographischen Elemente zu erkennen. Als Beispiel sei Folgendes erwähnt:

Um 10.9 h Mondzeit erreichen in 50 m Tiefe die Temperatur und der Sauerstoffgehalt ihr Maximum, während der Salzgehalt und die Dichte zur gleichen Zeit ihr Minimum erreichen. Die Stromresultante zwischen ganz- und halbtägiger Welle in 50 m (aus den Stromellipsen) ist zu dieser Zeit mit einer Geschwindigkeit von 12.5 cm pro Secunde nach N54W gerichtet. Die Richtung des Reststromes in 50 m Tiefe war N56W. Zu dieser Stunde tritt also, gleichzeitig mit einer Verstärkung des Reststromes durch den Gezeitenstrom, eine Senkung des Wassers in 50 m Tiefe hervor. Um

10.9 h Mondzeit sinkt das warme, salzarme, leichte und sauerstoffreiche Oberflächenwasser, und daher beobachten wir zu dieser Zeit in 50 m Tiefe ein Maximum der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes und ein Minimum der Dichte und des Salzgehaltes. Sechs Stunden später ist die Resultante der beiden Gezeitenstromellipsen beinahe entgegengesetzt der Richtung des Reststromes orientiert. Die Schwächung des Reststromes fällt mit dem Minimum der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes und mit dem Maximum des Salzgehaltes und der Dichte zusammen, d.h. die Wasserschicht hebt sich. Zusammengefasst: in 50 m hebt bezw. senkt sich die Wasserschicht, wenn der Reststrom durch den Gezeitenstrom geschwächt, bezw. verstärkt wird. In 150 m Tiefe finden wir das entgegengesetzte Verhalten der ozeanographischen Elemente, d.h. Minimum um 10.9 h Mondzeit der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes mit Maximum des Salzgehaltes, während um 16.9 h ein Maximum der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes und ein Minimum des Salzgehaltes vorhanden sind. In 150 und 250 m Tiefe, also unterhalb der Sprungschicht, bedingt eine Schwächung bezw. Verstärkung des Stromes durch die Gezeitenströme eine Senkung bezw. Hebung der Wasserschicht.

Es wurde versucht, diese verschiedenen vertikalen Bewegungen der Wassermassen in Figur 45 darzustellen. Hierzu wurde in einem 6-stündigen Intervall die Verlagerung der 50—100—150 und 250 m Tiefen gezeichnet. Ferner enthält jede Tiefenfläche Pfeile, welche Richtung und Stärke des zu dieser Zeit herrschenden Stromes angeben. Zur rechten Seite jeder Figur ist etwas unterhalb der Tiefenzahl die Verlagerung der Fläche in Meter angegeben.

Aus der Figur geht hervor, dass die 250 m Schicht sich fortwährend invers der Oberschicht verhält; damit ist auch die kleine Schwankung der Zwischenschicht (150 m.) verständlich. Zweifellos üben die Nähe der Küste und die komplizierte Bodenfiguration einen grossen Einfluss auf Strom und Verlagerung dieser Station aus.

Am Schluss dieses Bandes wurde unter dem Abschnitt „Interne Wellen" eine ausführliche Berechnung der auf dieser Station beobachteten internen Wellen gegeben.

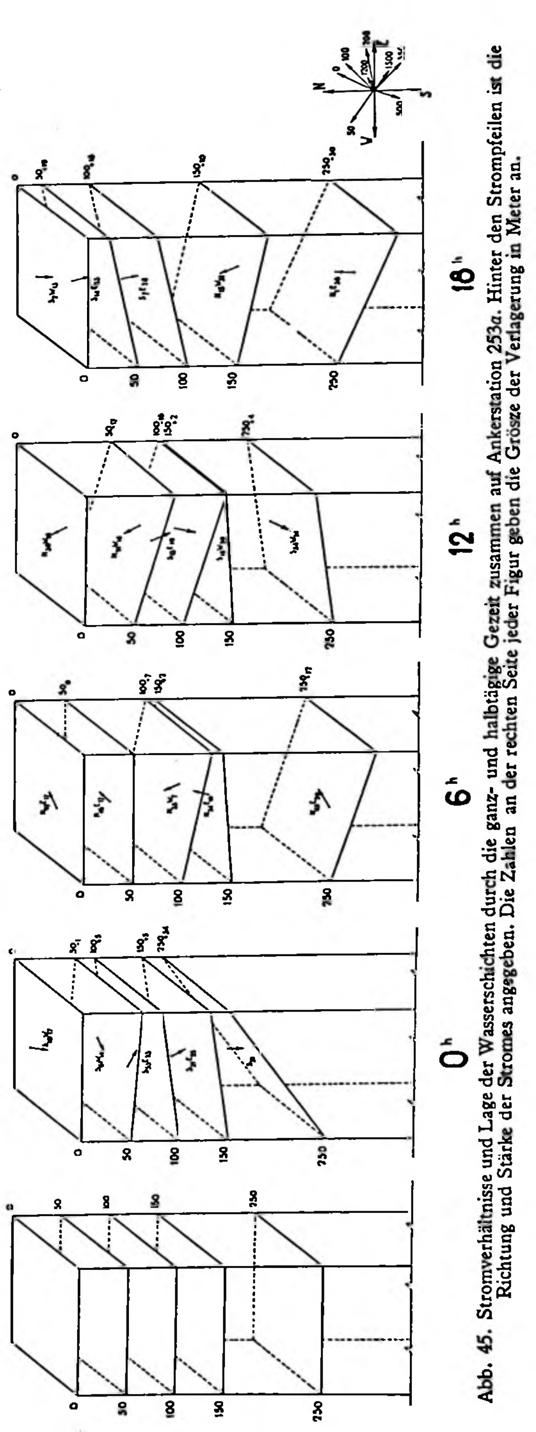


Abb. 45. Stromverhältnisse und Lage der Wasserschichten durch die ganz- und halbtägige Gezeit zusammen auf Ankerstation 253a. Hinter den Strompfeilen ist die Richtung und Stärke des Stromes angegeben. Die Zahlen an der rechten Seite jeder Figur geben die Grösze der Verlagerung in Meter an.

DIE STROMMESSUNGEN DER ANKERSTATION 308*a* [1]

Die geographische Position der Station, an der in der Zeit von 17 h des 29. Juni bis 22 h des 1. Juli 1930 auf einer mittleren Tiefe von 4863 m geankert wurde, ist $\varphi = 3°21.4$ N und $\lambda = 120° 36.3$ Ö. L. Die Station ist im westlichen Teil der Celebes-See gelegen (s. Figur 49).

In einem etwa zweistündigen Intervall wurden während dieser 53 Stunden 28 mal Kurs des Schiffes, sowie Richtung und Stärke des Windes und des Oberflächenstromes gemessen (s. Tabelle 50).

TABELLE 50. Schiffskurs, Wetter- und Relingslogbeobachtungen auf Ankerstation 308*a*. Mittlere Position 3°21.4 N; 120°36.3 E.

Datum	Ortszeit 120°.6	Mittl. Gr. Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in ☾ St.	Kurs des Schiffes	Tiefe in m	Azimut Anker	Dynamometer	Wind Richtung	Wind Stärke in m/sec	Oberfl. Strom Richtung	Oberfl. Strom Stärke in cm/sec	N+ S— in cm/sec	E+ W— in cm/sec	Winkel Trosse	Bemerkungen
29 Juni	17 h	8.58	2.5	SzW	4843	0		SSW	4.5	NNW	72.0	+66.6	—27.3	/15	
	18 h	9.58	3.4	SzW	4863	0	3800	SSW	6.3	NNW	87.5	+80.8	—33.4	/10	
	20 h	11.58	5.4	S$^1/_2$W	defect	BB 6Str	3650	SzW	7.5	NW	77.2	+54.5	—54.5	/10	
	22 h	13.58	7.3	S$^1/_2$E	—	BB 6	3800	S$^1/_2$W	7.0	NW	64.3	+45.5	—45.5	/0	
30 Juni	0 h	15.58	9.1	SzE	—	SB 0	3750	SSW	7.5	NNW	64.3	+59.4	—24.7	/15	
	2 h	17.58	11.0	SSE	—	SB 0	3750	SSW	8.7	NNW	66.9	+62.0	—25.7	/15	
	4 h	19.58	13.0	SzE	—	0	3800	SWzW	8.6	NNW	82.3	+75.9	—31.6	/25	
	6 h	21.58	14.9	S	—	BB 2	3800	SSW	8.0	NW	92.6	+65.3	—65.3	/20	
	8 h	23.58	16.8	S$^1/_2$W	—	BB 2	3900	SW	9.3	N	69.5	+69.5	0	/0	
	10 h	1.58	18.8	SW$^1/_2$S	—	BB 4	3950	SW	7.0	NE	51.4	+36.5	+36.5	/0	
	12 h	3.58	20.7	SWzS	—	SB 0	4000	SSW	8.0	NE	69.5	+48.9	+48.9	8	
	14 h	5.58	22.6	SSW	—	SB 0	3950	SSW	6.7	NE	56.6	+40.1	+40.1	4	
	16 h	7.58	0.6	SzW	—	BB 1	3900	SSW	5.5	N	92.6	+92.6	0	/10	
	18 h	9.58	2.5	SSW	—	BB 3	4000	SW	5.0	NNW	82.3	+75.9	—31.6	/15	
	20 h	11.58	4.4	SzW	—	SB 0	3800	SzW	6.0	NNW	66.9	+62.0	—25.7	3	
	22 h	13.58	6.3_5	S$^1/_2$W	—	SB 0	3850	SSW	8.0	NNW	61.7	+56.8	—23.7	3	
1. Juli	0 h	15.58	8.2	SzW	—	0	3900	SSW	7.0	NNE	61.7	+56.8	+23.7	5	
	2 h	17.58	10.1_5	SzE	—	BB$^1/_2$	4000	SSW	5.2	N	72.0	+72.0	0	/10	
	4 h	19.58	12.1	SzE	—	BB 1	4000	SSW	6.0	NNW	84.9	+78.2	—32.4	/0	
	6 h	21.58	14.0	SzE	—	BB 1	4100	SWzS	7.3	NzW	92.6	+91.1	—17.5	/10	
	8 h	23.58	15.9	SzE	—	SB 5	4100	SWzS	8.3	NW	77.2	+54.5	—54.5	/10	
	10 h	1.58	17.8_5	SzW	—	SB 2	3850	SWzS	9.0	NNW	46.3	+42.7	—17.7	/8	Stromstärke geschätzt, nicht direkt vermessbar.
	12 h	3.58	19.8	SSW	—	BB 1	3850	SSW	5.5	NNE	56.6	+52.2	+21.6	/5	
	14 h	5.58	21.7_5	SSW	—	0	3800	SW	6.0	NNE	66.9	+62.0	+25.7	/2	
	16 h	7.58	23.7	SSW	—	BB 4	3900	SW	6.6	NNE	77.2	+71.3	+29.6	/0	
	18 h	9.58	1.6	SSW	—	SB 0	3800	SzW	5.0	NNE	64.3	+59.4	+24.7	/2	
	20 h	11.58	3.5_5	SzW	—	0	3750	S	5.1	N	79.7	+79.7	0	/2	
	22 h	13.58	5.5	S	—	0	3750	S	4.2	N	77.2	+77.2	0	/5	

Windverhältnisse. — Die Richtung des Windes schwankte wenig von S bis SWzW. Die 28 Beobachtungen verteilen sich auf folgende Richtungen: S, 2—S $^1/_2$ W, 1—SzW, 3—SSW, 13—SWzS, 3—SW, 5—SWzW, 1; die mittlere Windrichtung war SSW $^1/_4$ W. Sie stimmt gut überein

[1]) Von sämtlichen hier erwähnten Phasen ist 0.2 Mondstunden zu subtrahieren.

mit dem in dieser Jahreszeit einsetzenden südlichen Monsun. Die mittlere Windstärke betrug 6.7 m pro Sekunde. 4,2 m und 9,3 m pro Sek. waren die beobachteten extremen Windstärken.

Kurs. — Der Schiffskurs war während der Verankerung hauptsächlich durch den starken Strom bedingt und der Wind, obwohl kräftig, hatte bloss einen geringen Einfluss darauf. In Abbildung 46 sind die Kurswerte graphisch eingetragen, und man erkennt eine deutlich ausgeprägte ganztägige Welle, welche von einer schwächeren halbtägigen Welle überlagert ist.

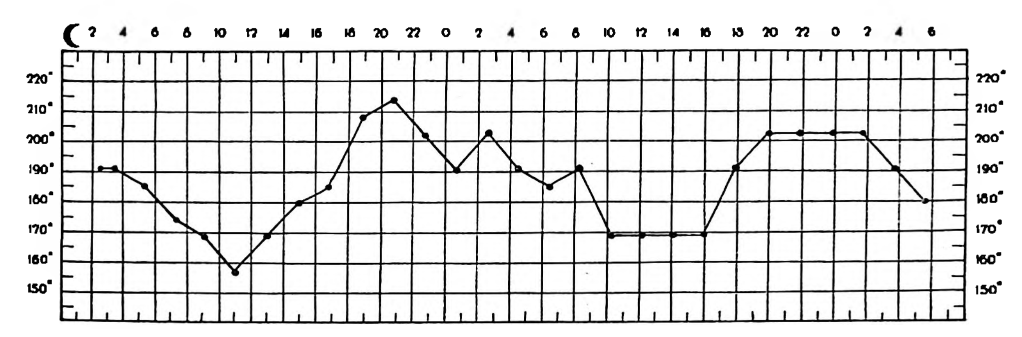


Abb. 46. Anliegender Schiffkurs auf Ankerstation 308*a*.

Die harmonische Analyse ergab folgende Kursgleichung:

$$\text{Kurs rw} = 187° + 18.8 \cos \frac{2\pi}{24} (t - 23{,}1) + 4.6 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 7{,}1)$$

Diese Phasen stimmen sehr gut überein mit den Phasenwerten der Ostkomponente des Oberflächenstromes (s. Tabelle 53).

Die theoretische Kursgleichung aus Reststrom und ganz- und halbtägigen Gezeitenstromellipsen ermittelt, würde

$$\text{Kurs rw} = 174° + 23 \cos \frac{2\pi}{24} (t - 22.0) + 21 \cos \frac{2\pi}{12} (t - 9.2)$$

lauten.

Wäre nur der Wind für die Lage des Schiffes massgebend gewesen, dann hätte der mittlere Kurs 205° betragen. Die Differenz von 18° ist klein.

Oberflächenstrom. — Auf der Station wurden wie üblich während der ganzen Verankerungszeit in zweistündigem Intervall mit dem Relingslog Oberflächenstrombeobachtungen ausgeführt, welche in Tabelle 50 bereits in ihre Komponenten zerlegt sind. Abbildungen 47 und48 zeigen die graphische Darstellung dieser Komponenten. Die N-Komponente zeigt einen sehr deutlichen halbtägigen Gezeitencharakter. Die Kurve der E-Komponente bietet wieder ein Beispiel, wie schnell sich die Stromverhältnisse ändern können. Während der ersten 24 Stunden unterlag die E-Komponente einer grossen Schwankung von besonderem Ausmass, welche ihr einen ganztägigen Gezeitencharakter gab. In den darauffolgenden 24 Stunden schrumpfte diese grosse Schwankung ein, und es ergibt sich ein Bild, aus dem man schliessen konnte, dass die E-Komponente hauptsächlich durch die halbtägige Gezeit beherrscht wird. Welche Beobachtungsperiode gibt uns die mittleren Verhältnisse wieder? Wenn wir annehmen, dass das Mittel zwischen beiden 24-stündigen Beobachtungsperioden dem reellen Zustand am nächsten kommt, so muss man die Werte für jede Komponente für die ganze Beobachtungsdauer mitteln. Nebenbei macht sich während der zweiten Beobachtungsperiode bei der E-Komponente eine stetige Zunahme der Geschwindigkeit bemerkbar, welche erst eliminiert werden muss.

Dar Ergebnis der harmonischen Analyse ist für sämtliche Tiefen in Tabelle 53 verzeichnet.

Strommessungen in der Tiefe. — Es wurden auch in 50—150 und 400 m Tiefe mit dem Ekman-Merz-Strommesser Nr. 151 Messungen ausgeführt. Tabelle 52 enthält die bereits reduzierten Beobachtungen sowie vereinzelte, mit dem Ekman-Repetierstrommesser vorgenommene, Messungen in diesen Tiefen. Ausserdem hat man in 10—25—75—100 und 250 m Tiefe einige Messungen ausgeführt, welche, obwohl wenig zahlreich, für einen Hinweis auf den Reststrom genügen dürften (s. Tabelle 51).

TABELLE 51. Strommessungen in den Tiefen von 10, 25, 75, 100 und 250 m auf Ankerstation 308*a*.

Tiefe in m	Datum 1930	Ortszeit 120.6 E	Strom		Komponenten		Reststrom
			Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
10	1.7.	12.0	356	47.4	+ 47.3	— 3.3	N + 59.3
	„	15.37	4	62.8	+ 62.6	+ 4.3	E + 0.3
	„	19.56	0	68.0	+ 68.0	0	
25	„	15.46	342	88.9	+ 84.6	— 27.5	N + 71.5
	„	20.05	357	58.4	+ 58.3	— 3.0	E — 15.3
75	„	16.09	336	83.4	+ 76.2	— 34.0	N + 55.8
	„	20.28	304	63.1	+ 35.3	— 52.3	E — 43.2
100	„	16.26	298	46.0	+ 21.6	— 40.6	N + 32.5
	„	20.41	323	54.3	+ 43.3	— 32.7	E — 36.7
250	„	18.00	274	41.1	+ 2.9	— 41.0	
	„	19.12	276	43.8	+ 4.6	— 43.6	N — 10.9
	„	21.15	219	42.4	— 32.9	— 26.7	E — 34.3
	„	22.59	235	31.7	— 18.2	— 26.0	

TABELLE 52. Strommessungen in den Tiefen von 50, 150 und 400 m auf Ankerstation 308*a*.

Datum 1930	Ortszeit 120.6 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Strom		Komponenten in cm/sec		R = Repetierstrommesser
				Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
				50 m Tiefe				
30.6.	23.51	15.49	7.8	332	80.2	+ 70.8	— 37.7	R
1.7.	1.53	17.51	9.8	337	99.5	+ 91.6	— 38.9	R
„	3.56	19.54	11.8	319	99.0	+ 74.7	— 64.9	R
„	5.40	21.38	13.5	322	98.1	+ 77.3	— 60.4	R
„	6.53	22.51	14.6_5	315	102.3	+ 72.3	— 72.3	R
„	11.02	3.00	18.5	(183)	72.7	— (72.6)	— (3.8)	
„	11.52	3.50	19.4_5	301	64.4	+ 33.2	— 55.3	
„	13.00	4.58	20.5_5	322	55.4	+ 43.7	— 34.1	
„	14.30	6.28	22.0	334	78.2	+ 70.3	— 34.3	
„	15.55	7.53	23.4	313	80.8	+ 55.1	— 59.1	
„	17.26	9.24	0.8	330	78.2	+ 67.7	— 39.1	
„	18.40	10.38	2.0	322	78.2	+ 61.7	— 48.1	
„	20.18	12.16	3.6	334	73.0	+ 65.6	— 32.0	
„	22.26	14.24	5.6	320	75.2	+ 57.6	— 48.3	

Datum 1930	Ortszeit 120.6 E	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Strom		Komponenten in cm/sec		R = Repetierstrommesser
				Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —	
				100 m Tiefe				
1.7.	0.03	16.01	8.0	262	65.8	— 9.2	— 65.2	R
„	4.10	20.08	12.0	282	71.1	+ 14.8	— 69.5	R
„	7.02	23.00	14.8	285	74.8	+ 19.4	— 72.2	R
„	11.17	3.15	18.9	236	33.1	— 18.6	— 27.5	
„	13.12	5.10	20.6	273	45.4	+ 2.4	— 45.3	
„	14.42	6.40	22.2	324	18.8	+ 15.2	— 11.1	
„	16.41	8.39	0.0_5	327	14.1	+ 11.8	— 7.7	
1.7.	17.40	9.38	1.0	290	73.3	+ 25.1	— 68.9	
„	18.55	10.53	2.2	272	54.8	+ 1.9	— 54.8	
„	20.55	12.53	4.1_5	230	31.7	— 20.4	— 24.3	
„	22.40	14.38	5.8_5	260	60.0	— 10.4	— 59.1	
				400 m Tiefe				
1.7.	0.17	16.15	8.2_5	225	70.0	— 49.5	— 49.5	R
„	2.24	18.22	10.3	222	45.0	— 33.4	— 30.1	R
„	6.00	21.58	13.8	197	35.4	— 33.9	— 10.3	R
„	7.12	23.10	15.0	235	110.5	— 63.4	— 90.5	R
„	11.53	3.31	19.2	207	28.4	— 25.3	— 12.9	
„	13.29	5.27	21.0	262	9.4	— 1.3	— 9.3	
„	15.00	6.58	22.5	352	6.9	+ 6.8	— 1.0	
„	17.05	9.03	0.4_5	332	10.0	+ 8.8	— 4.7	
„	18.21	10.19	1.7	308	16.3	+ 10.1	— 12.8	
„	19.35	11.33	2.9	272	14.1	+ 0.5	— 14.1	
„	21.37	13.35	4.8	290	11.0	+ 3.8	— 10.3	

TABELLE 53. Ergebnis der harmonischen Analyse der Strombeobachtungen auf Ankerstation 308*a*.

	Restströme	Ganztg. Gezeit		Halbtg. Gez.		Restwelle		
		Ampl. cm/sec	Phase ☾ Std.	Ampl. cm/sec	Phase ☾ Std.	Periode	Ampl. cm/sec	Phase ☾ Std.
	Nordkomponente							
0 m 1. Period.	+ 61.2	3.8	6.2	16.3	1.8			
0 m 2. „	+ 63.4	6.0	9.4	12.5	0.5			
0 m (1.+2.)/2 „ Mittel	+ 62.8	4.0	8.4	13.4	1.3	5.8	5.8	3.1 [1]
50 m	+ 63.5	13.2	9.3	10.0	0.0	5.7	5.9	3.9 [2]
150 m	+ 1.9	5.7	17.0	14.9	0.3	5.5	7.2	1.4 [2]
400 m	— 52 + 2.583 t (ab 0 h gerechnet)	12.3	1.9	14.6	10.8	5.6	5.2	1.5 [2]
	Ostkomponente							
0 m 1. Period.	— 13.4	39.5	20.8	25.3	9.2			
0 m 2. „	— 30.3 + 1.45 t (ab 19 h gerechnet)	16.3	2.6	21.9	9.5			
0 m (1.+2.)/2 „ Mittel	— 9.3	27.1	22.0	25.1	9.6	5.6	12.8	2.8 [1]
50 m	— 50.0	12.4	3.1	7.5	8.7	5.7	6.0	4.0 [2]
150 m	— 49.7	22.5	22.8	5.8	8.3	5.4	12.0	1.6 [2]
400 m	— 50.0 + 1.375 t (ab 0 h gerechn.)	8.8	1.9	15.4	10.4			

[1]) Bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 29 Juni 1930. 6^h. Gr. Zeit.
[2]) Bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 29 Juni 1930. 7^h Gr. Zeit.

Abbildungen 47a und 47b zeigen in graphischer Darstellung die Beobachtungswerte für die Tiefen von 50—150 und 400 m. Die Kurven der N-Komponente zeigen eine geringere Übereinstimmung als jene der E-Komponente, welche mit jener der Oberfläche das grosse Minimum um $14^1/_2$ h Mondzeit gemein haben.

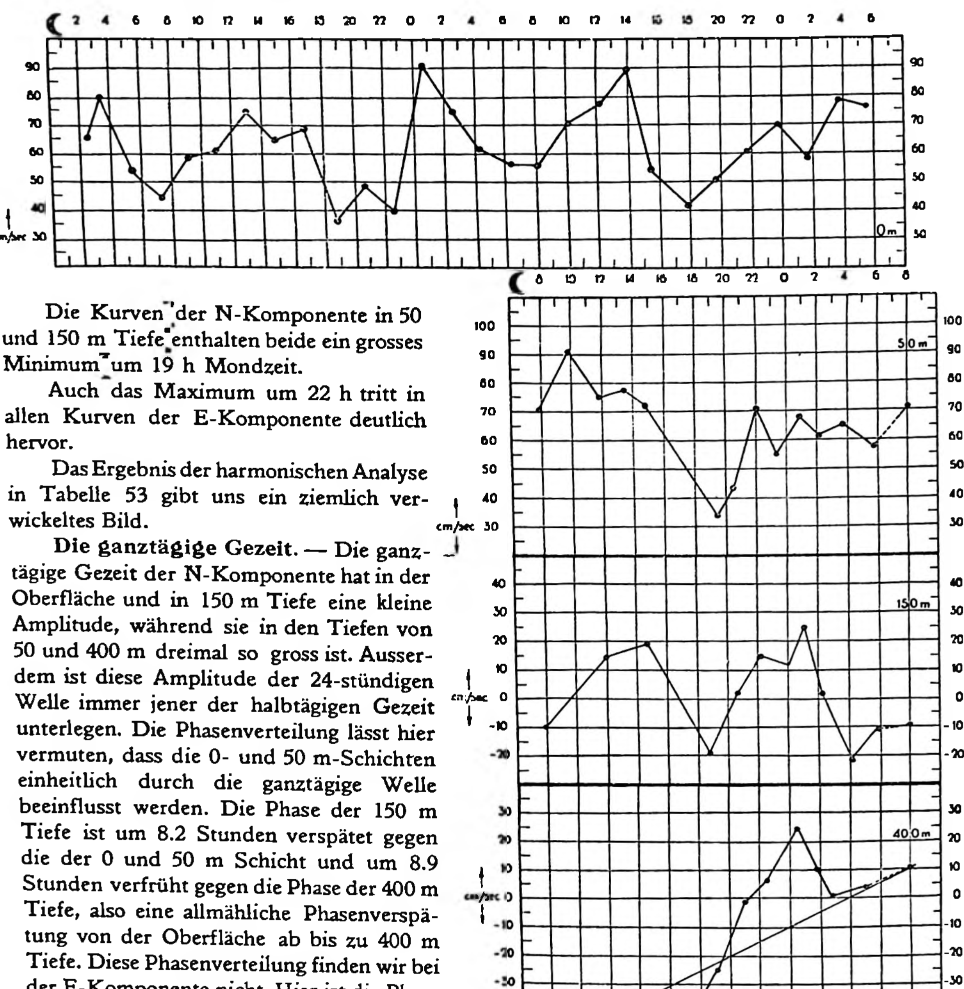


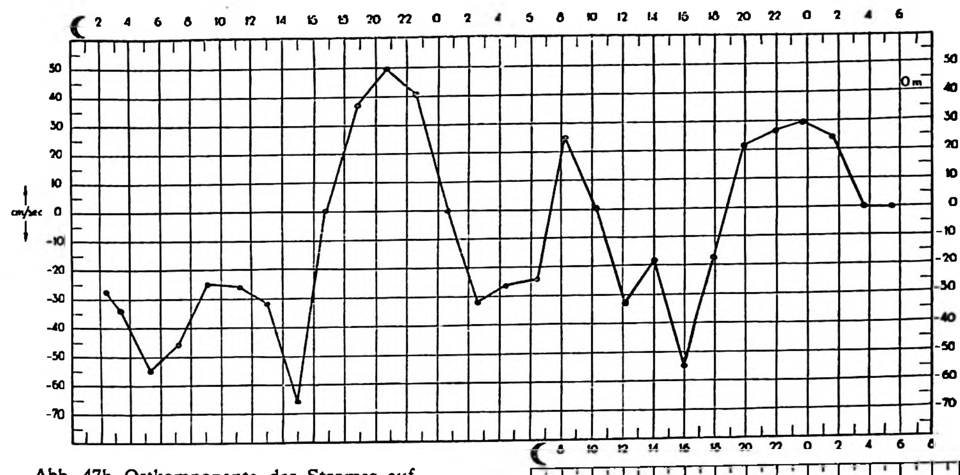
Abb. 47a. Nordkomponente des Stromes auf Ankerstation 308*a* für die Oberfläche, 50—150—400 m Tiefe.

Die Kurven der N-Komponente in 50 und 150 m Tiefe enthalten beide ein grosses Minimum um 19 h Mondzeit.

Auch das Maximum um 22 h tritt in allen Kurven der E-Komponente deutlich hervor.

Das Ergebnis der harmonischen Analyse in Tabelle 53 gibt uns ein ziemlich verwickeltes Bild.

Die ganztägige Gezeit. — Die ganztägige Gezeit der N-Komponente hat in der Oberfläche und in 150 m Tiefe eine kleine Amplitude, während sie in den Tiefen von 50 und 400 m dreimal so gross ist. Ausserdem ist diese Amplitude der 24-stündigen Welle immer jener der halbtägigen Gezeit unterlegen. Die Phasenverteilung lässt hier vermuten, dass die 0- und 50 m-Schichten einheitlich durch die ganztägige Welle beeinflusst werden. Die Phase der 150 m Tiefe ist um 8.2 Stunden verspätet gegen die der 0 und 50 m Schicht und um 8.9 Stunden verfrüht gegen die Phase der 400 m Tiefe, also eine allmähliche Phasenverspätung von der Oberfläche ab bis zu 400 m Tiefe. Diese Phasenverteilung finden wir bei der E-Komponente nicht. Hier ist die Phase der 50 m Tiefe um 5 Stunden verspätet gegenüber jener der Oberfläche. Die Phase und Amplitude der 150 m Tiefe stimmen auffallenderweise mit denen der Oberfläche überein. Wir finden für die 24-stündige Welle die grösste Amplitude bei der N-Komponente in 50 m Tiefe, während sie bei der E-Komponente ihr Maximum in 150 m Tiefe erreicht. Der hohe Mittelwert für die Oberfläche wird durch die grosse Schwankung in der ersten Beobachtungsperiode verursacht, und es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass dieser hohe Wert von 39.5 cm/sec. ein reeller Mittelwert ist. Bei der E-Komponente beobachten wir, dass die Amplituden der **halbtägigen Gezeit**, ausser in 400 m Tiefe, immer kleiner sind, als jene der ganztägigen Gezeit.



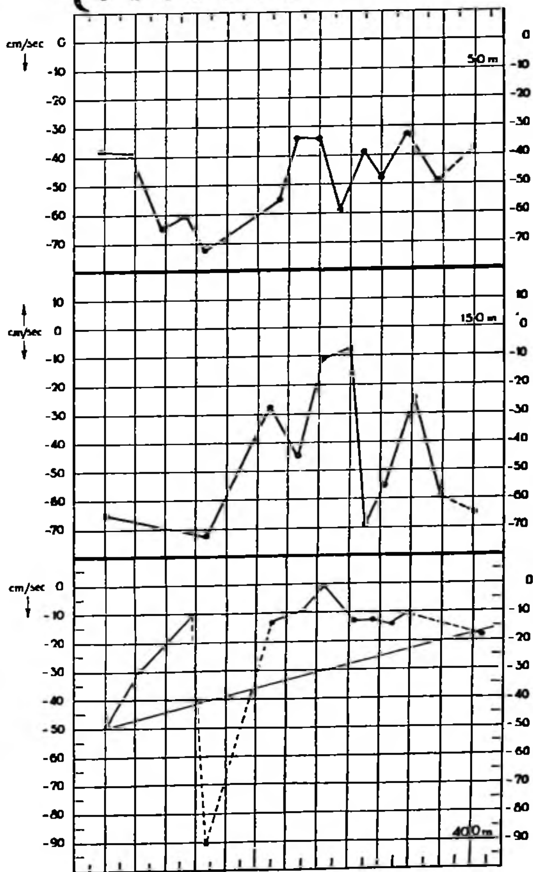


Abb. 47b. Ostkomponente des Stromes auf Ankerstation 308*a* für die Oberfläche, 50—150 und 400 m Tiefe.

Die Phasen der 12-stündigen Welle stimmen für beide Komponenten sehr gut überein. Hier kann man, den Phasen nach, die 50- und 150 m-Schicht der N- sowie der E-Komponente zusammenfassen. Es zeigt sich dann, dass bei der N- und E-Komponente die Phase dieser Schichten um 1.1 Stunde gegen jener der Oberfläche verfrüht ist.[1]

Mit Hilfe der Daten der harmonischen Analyse wurden wieder die Restwerte berechnet (=beobachteter Wert—(Mittelwert + ganztägiger + halbtägiger Gezeit) (s. Tabelle 53). Obwohl die aus den graphisch eingetragenen Restwertbeträgen erhaltenen Perioden zwischen 5.4 und 5.8 Stunden schwankten, ist das Mittel, nämlich eine 5.6-stündige Periode, bestimmt reell, da sie auch bei den Temperaturmessungen hervortritt (s. Tabelle 57). Diese Restwelle erreicht bei beiden Komponenten ihre maximale Amplitude in 150 m Tiefe. Die Phasen dieser 5.6-stündigen Welle stimmen bei der N-Komponente bis 400 m Tiefe recht gut miteinander überein. Bei der E-Komponente in 400 m Tiefe war keine Restwelle vorhanden.

Stromfiguren.—Abb. 48a und 48b enthalten die Stromellipsen der ganz- und halbtägigen Gezeit. Von den 8 Stromfiguren verlaufen sechs contra solem, eine cum sole und eine alternierend. Alle halbtägigen Gezeitenellipsen verlaufen contra solem. Aus den Ellipsen erhielt man als Hauptelemente des ganz- und halbtägigen Gezeitenstromes die in Tabelle 54 verzeichneten Werte.

Die Hauptrichtungen der Stromellipsen der ganztägigen Gezeit decken sich mit denjenigen der 12-stündigen Welle, ausser in 150 m Tiefe. Bei beiden Gezeitenwellen bemerken wir, dass die Hauptrichtungen sich mit zunehmender Tiefe cum sole drehen. Bei der ganztägigen Gezeit verspätet sich die Eintrittszeit des Maximums von 50 auf 150 m um eine halbe Periode. Von 150 auf 400 m beträgt die Phasenverspätung $^1/_8$ Periode. Noch zu bemerken ist die grosse maximale Geschwindigkeit bei der halbtägigen Gezeit in 400 m Tiefe.

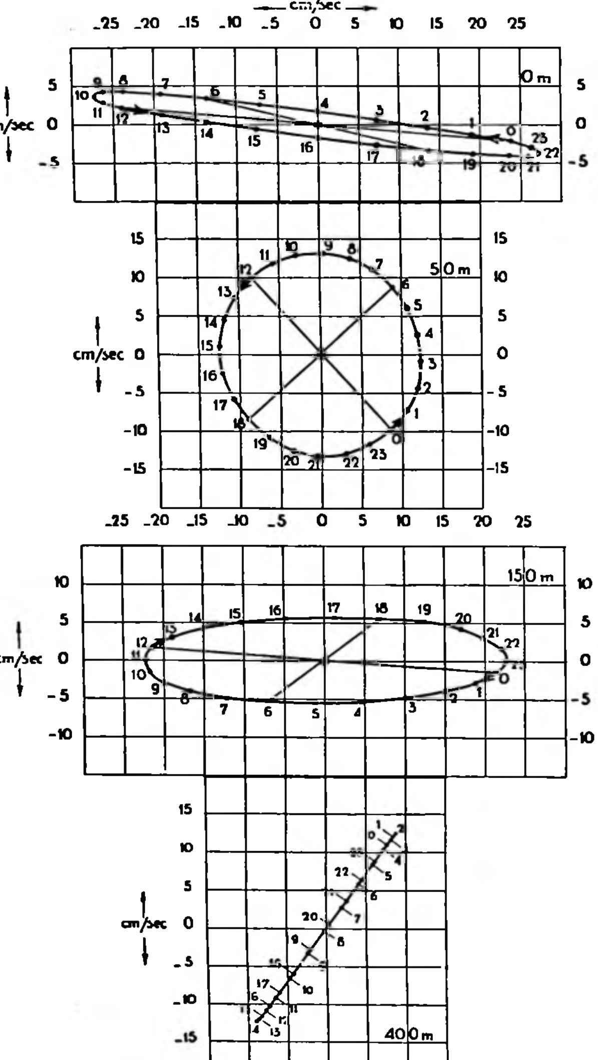


Abb. 48a. Stromfiguren der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 308*a*.

Restströme. — Der Reststrom, der in Richtung und Stärke in Tabelle 55 verzeichnet und in Figur 49 dargestellt ist, ist ausserordentlich stark entwickelt.

Die Ablenkung des Oberflächenstromes von der Windrichtung beträgt 33°, für 10 m 25.5° und für 25 m 37° u.s.w., alle contra solem. Der Reststrom erreicht seinen maximalen Wert in 50 m Tiefe mit 80.5 cm pro Secunde. In 400 m ist immer noch ein Strom von 28 cm pro Secunde vorhanden. Alle an dieser Station beobachteten Restströme weisen eine W-Komponente auf.

OZEANOGRAPHISCHE SERIENMESSUNGEN

Temperaturbeobachtungen. Auf Ankerstation 308*a* wurden in den Solltiefen 0—50—100—150—200—250—300—400 und 600 m von 17.22 h Ortszeit des 29. bis 22.15 h des 30. Juni 1930 in 28 Serien von etwa einstündigem Intervall Temperaturmessungen ausgeführt. Es ist sehr schade, dass man von Salzgehaltmessungen absehen musste infolge des Ablebens eines Mitgliedes der Besatzung, sodass wir weder über die Salzgehalt- noch über die Dichteschwankungen etwas aussagen können. Wir werden versuchen, aus den blossen Temperaturmessungen, die sehr vollständig sind, einige Daten abzuleiten; sie können uns sicher ein Bild von den zeitlichen Schwankungen der Wassermassen geben.

Zur Ermittlung der wahren Tiefen wurde in 300 und 600 m dem druckgeschützten ein druckungeschütztes Thermometer beigegeben. Es stellte sich heraus, dass auf dieser Station die wahren Tiefen so weit von den Solltiefen entfernt waren, dass eine Reduktion mit Hilfe der vertikalen Temperaturgradienten nicht in Frage kommen konnte. Deshalb wurde für jede Serie die vertikale Temperaturverteilung gezeichnet, indem die beobachteten Temperaturen in den wahren Tiefen

TABELLE 54. Ganztägige und Halbtägige Gezeitenströme auf Ankerstation 308*a*.

Tiefe	Haupt richtung	Maximale Stärke in cm/sec	Phase in Mondstunden	Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Strom-ellipse	Umlauf der Stromellipse
			Ganztägige Gezeit		
0 m	N 82 W	27.3	9.9	0.062	contra solem
50 m	N 20 W	13.3	10.5	0.925	contra solem
150 m	N 89 E	22.5	22.8	0.253	cum sole
400 m	N 35.5 E	15.0	1.9	0.000	alternierend
			Halbtägige Gezeit		
0 m	N 76 W	25.1	3.4	0.486	contra solem
50 m	N 14 W	10.2	0.3	0.716	contra solem
150 m	N 12 W	15.2	0.4	0.322	contra solem
400 m	N 46.5 E	20.9	10.3	0.185	contra solem

TABELLE 55. Restströme auf Ankerstation 308*a*.

Tiefe	Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —
0 m	N 8.5 W	64.0	+ 62.8	— 9.3
10 m [1]	N 0.5 W	59.0	+ 59.3	+ 0.3
25 m [1]	N 12 W	73.6	+ 71.5	— 15.3
50 m	N 38.5 W	80.5	+ 63.5	— 50.0
75 m [1]	N 38 W	73.3	+ 55.8	— 43.2
100 m [1]	N 48.5 W	50.2	+ 32.5	— 36.7
150 m	N 88 W	50.0	+ 1.9	— 49.7
250 m [1]	S 72 W	36.0	— 10.9	— 34.3
400 m	S 58 W	40.0	— 21.0	— 33.5

[1] Aus unvollständige Gezeitenperiode.

eingetragen wurden und diesen Kurven sind dann die Temperaturwerte für die Normaltiefen entnommen worden. (s. Tabelle 56).

TABELLE 56. Temperaturbeobachtungen an der Oberfläche und in den Tiefen 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400 und 600 m auf Ankerstation 308*a*.

Serie	Zeit 122,5 E.L.	Gr. Zeit	Nach oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	0 m	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	400 m	600 m
	29.6.30	29.6.30										
1	17.22	9.20	2.55		27.975	21.91	15.60	14.00	12.55	10.98	8.79	7.10
2	18.20	10.18	3.5		27.86	22.075	15.60	14.30	12.75	11.15	8.72	7.05
3	19.20	11.18	4.45	**29.05**	28.00	22.81	15.80	14.40	12.83	11.05	8.83	6.90
4	20.18	12.16	5.4		28.05	21.885	15.55	13.90	12.50	10.65	8.60	6.85
5	21.16	13.14	6.3	28.82	28.55	23.73	16.60	14.50	12.85	11.50	8.58	6.87
6	22.16	14.14	7.3	29.0	**28.97**	25.20	**20.60**	15.05	**13.55**	12.20	9.10	6.90
7	23.16	15.14	8.1	28.9	28.20	24.90	20.00	14.70	13.10	11.90	8.60	6.80
	30.6.30											
8	0.17	16.15	9.1	28.8	28.18	23.50	16.20	14.60	12.85	10.98	8.30*	6.92
9	1.17	17.15	10.05	28.8	28.35	25.00	19.50	14.45	12.75	11.65	8.85	7.00
10	2.15	18.13	11.0	28.7	28.20	23.10	16.05	14.40	12.80	11.70	9.20	7.10
11	3.15	19.13	11.95	28.7	28.40	22.90	16.00	14.30	12.75	11.50	8.95	7.05
12	4.14	20.12	12.95	28.7	27.90	22.98	15.75	13.80	12.50	10.50*	8.45	7.15
13	5.22	21.20	14.0	28.8	27.95	22.20	15.25	13.60	12.60	10.75	9.30	7.15
14	6.23	22.21	15.0	28.7	27.875	21.59	15.14	13.38	12.23*	10.83	9.38	7.27
		30.6.30										
15	8.18	0.16	16.8	28.6	28.00	22.81	16.05	14.15	13.05	**12.60**	**10.30**	**7.50**
16	9.19	1.17	17.8	28.3*	27.90	22.91	15.43	13.90	12.65	11.20	9.35	7.40
17	10.18	2.16	18.75	28.7	27.85	24.85	17.00	14.50	13.15	12.20	9.45	7.35
18	11.19	3.17	19.75	28.8	27.80*	24.00	17.35	14.70	13.15	12.20	9.70	7.38
19	12.15	4.13	20.65	28.8	27.965	24.305	16.80	14.64	13.00	12.15	9.55	7.40
20	13.15	5.13	21.6	28.8	27.99	25.00	16.84	14.295	12.875	12.03	8.96	7.31
21	14.14	6.12	22.55		28.05	25.375	17.245	14.40	12.90	11.29	8.69	7.34
22	16.22	8.20	0.65	28.8	27.93	23.785	16.445	13.43	12.42	11.035	8.87	7.14
23	17.20	9.18	1.6	28.7	27.84	20.30*	15.05*	13.12*	12.265	11.005	8.415	6.92
24	18.17	10.15	2.5	28.7	28.00	24.15	16.25	14.10	12.90	11.80	8.85	6.85
25	19.17	11.15	3.4	28.7	28.25	**26.95**	19.50	14.85	12.90	11.90	8.45	6.60*
26	20.15	12.13	4.4	28.9	28.03	25.33	16.40	14.30	12.85	11.50	8.70	6.85
27	21.15	13.13	5.3	28.8	27.81	22.87	15.91	14.20	12.805	11.61	8.765	6.90
28	22.15	14.13	6.3	28.8	27.875	25,70	20.55	**15.25**	13.40	12.40	9.25	7.30
Mittel				28.74	28.06	23.64	16.80	14.26	12.82	11.51	8.96	7.08
Höchster Wert				29.05	28.97	26.95	20.60	15.25	13.55	12.60	10.30	7.50
Kleinster Wert				28.30	27.80	20.30	15.05	13.12	12.23	10.50	8.30	6.60
Schwankung				0.75	1.17	6.65	5.55	2.13	1.32	2.10	2.00	0.90

Für jede Tiefe unterhalb jeder Spalte sind Mittelwert, maximale und minimale Temperatur, sowie die totale Schwankung angegeben. An Hand der Mittelwerte ist dann Figur 50, welche die mittlere vertikale Temperaturverteilung darstellt, gezeichnet. Dieser Figur entnehmen wir, dass die Schicht 0 bis 50 m fast als homotherm angesehen werden kann. Von 50 m (28.1°)—175 m (15°) nimmt die Temperatur sehr rasch ab; dann folgt eine langsamere Temperaturabnahme. Man kann, der grossen Temperaturgradienten wegen, die Schicht zwischen 100—150 m als Sprungschicht betrachten. Sie muss der Träger der grössten Schwankungen sein, was schon aus Tabelle 56 hervorgeht: in 100 m ist eine Schwankung von 6.65° und in 150 m eine solche von 5.55° vorhanden.

Oberfläche. — Die Schwankung der Oberflächentemperatur beträgt 0.75° (s. Abbildung 51). Die Beobachtung von 9.19 h ist wahrscheinlich fehlerhaft, weil man in diesen Gegenden fast immer die minimale Temperatur ungefähr um 5 h morgens und die maximale Temperatur ungefähr um 14 h beobachtet. Hingegen finden wir hier ein Maximum um 19.20 h. Von einem täglichen Gang ist kaum etwas merkbar. Es war allerdings sehr bewölkt, wie aus nachstehender tabellarischer Übersicht hervorgeht.

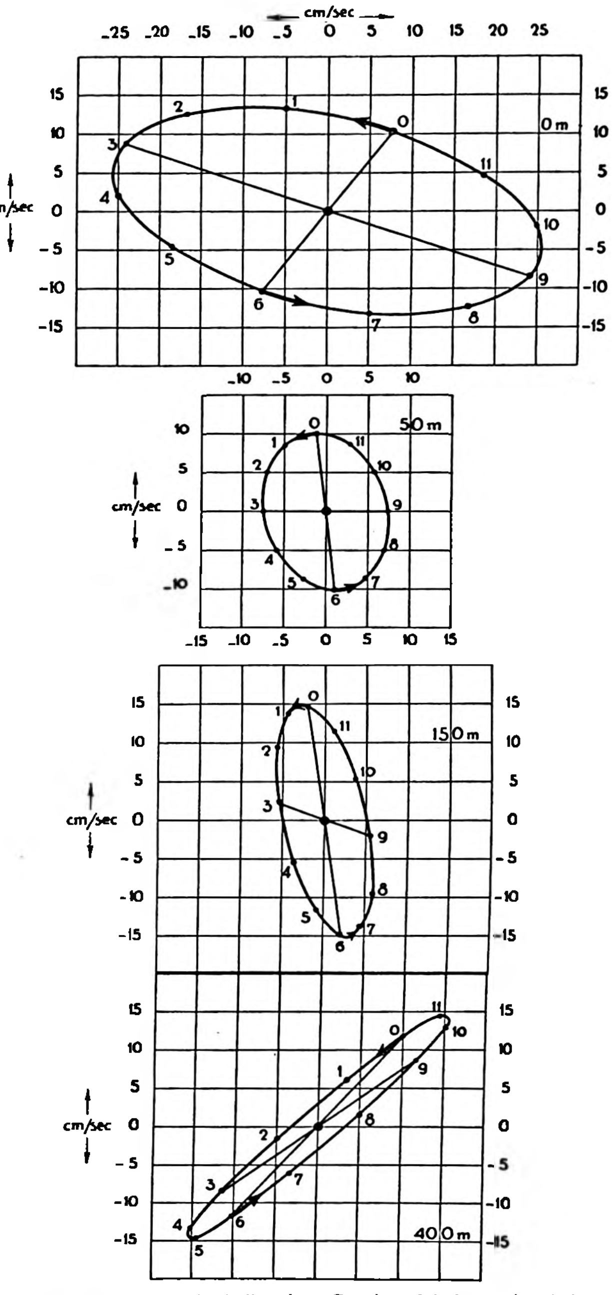


Abb. 48*b*. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 308*a*.

Bewölkung während der Beobachtungszeit auf Ankerstation 308*a*.

Ortszeit-Stunde	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
29. Juni									6	8	8	8
30. Juni	5	8	8	9	10	10	10	10	9	8	6	3

Zu den Kurven in Abbildung 51 ist zu bemerken, dass die Skala in 100—150 m Tiefe *fünfmal* verkleinert ist gegenüber derjenigen in den anderen Tiefen. Dies wurde der ausserordentlich grossen Amplitude in dieser Schicht wegen getan. Legen wir sämtliche Temperaturkurven der Tiefe nach unter einander, so kennzeichnen sich diejenigen von 50, 400 und 600 m Tiefe durch einen täglichen

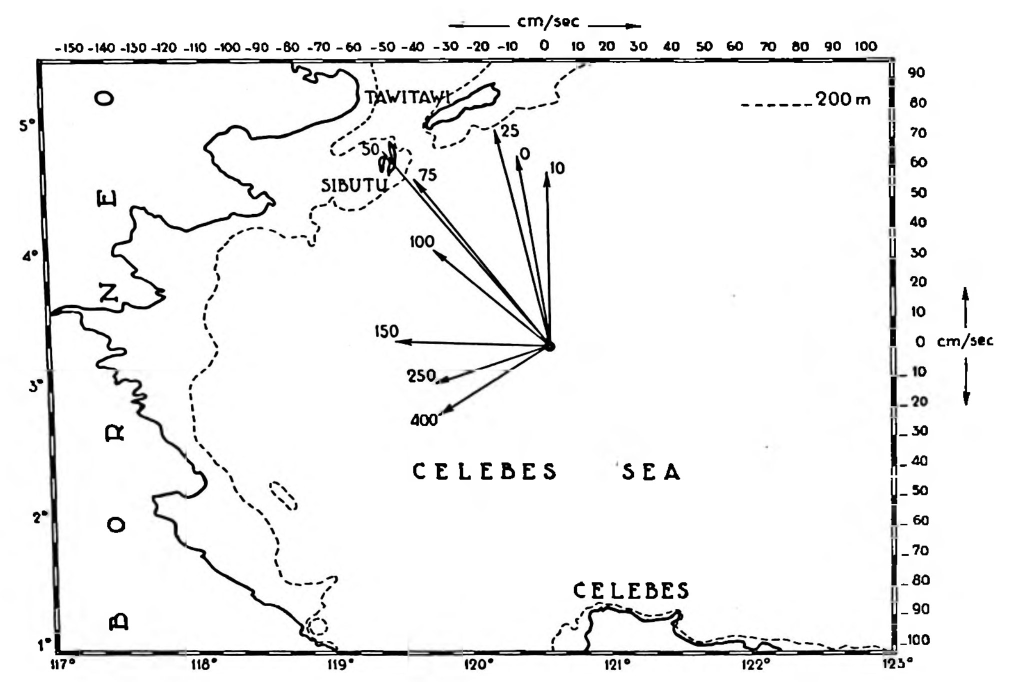


Abb. 49. Restströme und Situationskarte auf Ankerstation 308*a*.

Gang. Dass die Wassermassen in 50 m Tiefe noch unter dem Einfluss des täglichen Ganges der Oberfläche stehen, ist weniger auffallend als bei den 400 und 600 m tiefen Schichten. Sämtliche zwischenliegende Wasserschichten zeigen Schwankungen mit deutlichem halbtägigem Charakter. Ich möchte nur auf folgende, den Kurven gemeinsame Extremen hinweisen: in den Tiefen von 50 bis 400 m beobachten wir Maxima um 7.5 und 19.7 h Mondzeit, Minima um 15 h und 1.5 h. In 300—400 m Tiefe fällt das erste grosse Minimum um 13 h Mondzeit.

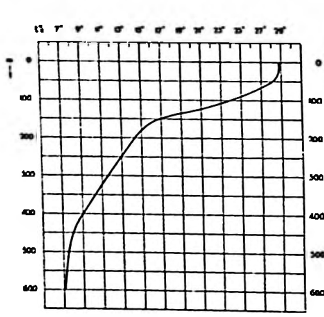


Abb. 50. Mittlere vertikale Temperaturverteilung auf Ankerstation 308*a*.

Das Ergebnis der harmonischen Analyse der Temperaturkurven bestätigt Obiges (s. Tabelle 57).

Ausser in 50, 400 und 600 m Tiefe beherrscht die halbtägige Gezeitenwelle weitaus den Verlauf der Temperaturkurven. Die Amplituden sind bedeutend grösser als diejenigen der ganztägigen Welle.

Ausser den ganztägigen und halbtägigen Gezeitenperioden wurden, da das Vorhandensein einer kurzperiodischen Welle angedeutet war, die Beobachtungen auf eine Restwelle hin untersucht. Die Periode der gefundenen Restwelle schwankte für die verschiedenen Tiefen von 5.2 bis 5.7 Stunden; als Mittel wurde 5.5 Stunden genommen (s. Tabelle 57).

Für beide Gezeitenwellen, sowie für die Restwelle, erreicht die Amplitude ihren Maximalwert in 150 m Tiefe. Auffallend klein ist die Amplitude in 250 m, während man auch für die 200 m-Schicht eine grössere Amplitude erwarten könnte. Die Phasenwerte gliedern sich sehr gut ein. Bei der ganztägigen Gezeit sehen wir mit zunehmender Tiefe eine Verfrühung der Phase eintreten, wobei

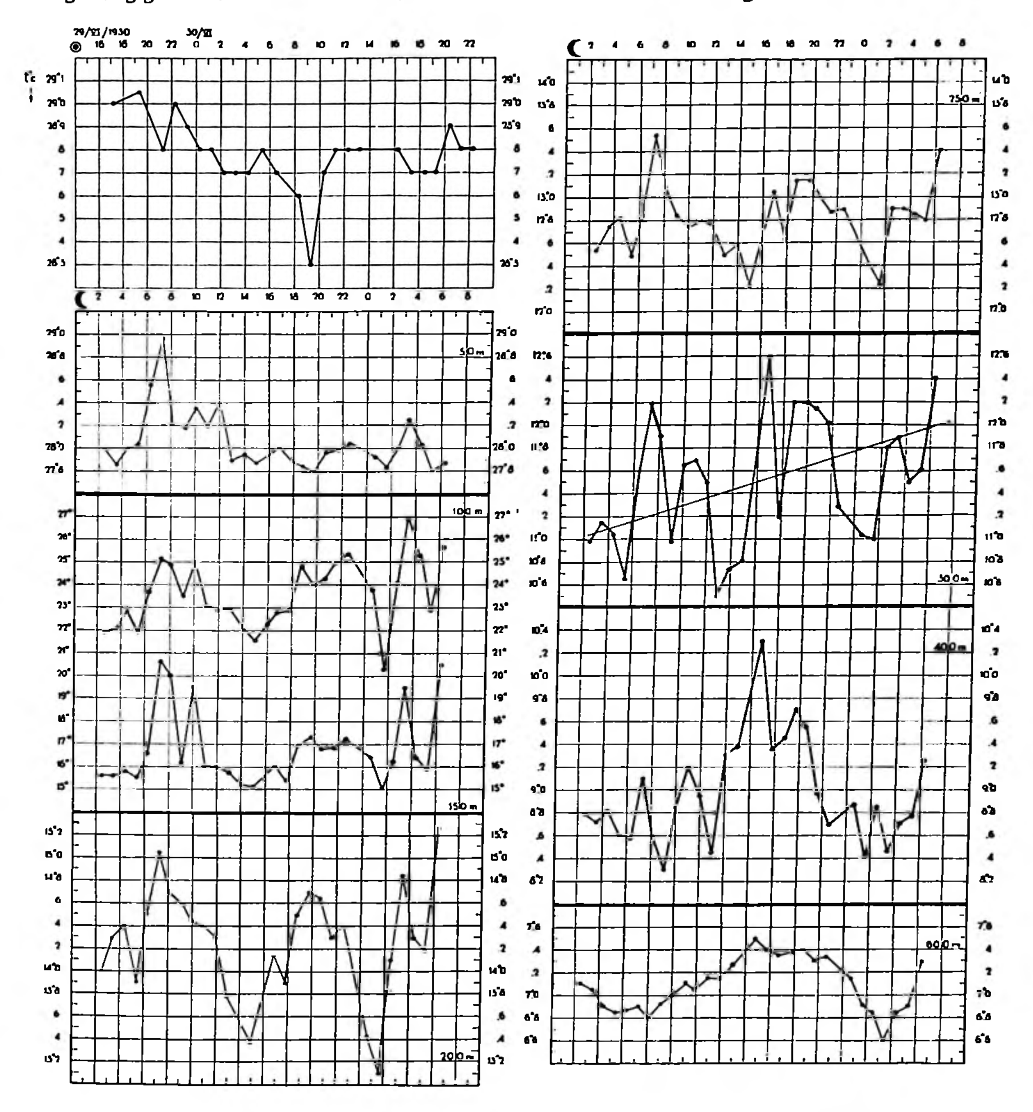


Abb. 51. Zeitliche Änderungen der Temperatur in 0—50—100—150—200—250—300—400—600 m Tiefe auf Ankerstation 308*a*. Die Skala der 100 und 150 m ist 5 mal *verkleinert*.

die Phasenänderung von $^1/_2$ Periode von 200 auf 300 m Tiefe sprunghaft vor sich geht. Man könnte also den Phasen nach, bei der ganztägigen Welle folgende Teilung vornehmen: eine Schicht von 50 bis 200 m mit einer mittleren Phase von 5.6 h (unter Ausserbetrachtlassung der Phase in 250 m Tiefe, weil die ausserordentlich kleine Amplitude den Phasenwert sehr unsicher macht) und eine Schicht von 300 bis 600 m mit einer mittleren Phase von 18.1 Stunden.

TABELLE 57. Ergebnis der harmonischen Analyse der Temperaturbeobachtungen in den verschiedenen Tiefen auf Ankerstation 308*a*.

Tiefe in m	Mittel	24-st. Welle		12-st. Welle		Restwelle		
		Ampl. in °C.	Phase in ☾ St.	Ampl. in °C.	Phase in ☾ St.	Periode	Ampl. in °C.	Phase [1]) in ☾ St.
50	28.08	0.24	7.8	0.10	8.2	5.5	0.15	0.7
100	23.70	0.71	2.2	0.89	8.6	5.6	0.48	2.1
150	16.76	0.82	5.5	1.03	8.4	5.7	0.56	2.0
200	14.18	0.18	6.7	0.49	8.0	5.6	0.17	1.1
250	12.79	0.03	3.4	0.28	7.7	5.5	0.18	1.8
300	11.39	0.25	18.9	0.47	7.8	5.2	0.38	0.4
400	9.00	0.52	17.3	0.23	5.6	5.4	0.32	0.5
600	7.11	0.31	18.1	0.05	9.1			

Die halbtägige Welle hat in der ganzen Schicht von 50 bis 600 m sehr einheitliche Verhältnisse. Die Phase verfrüht sich ganz wenig in den grösseren Tiefen, aber im Übrigen kann man sagen, dass für sämtliche Tiefen die Phase bis 400 m konstant ist. Die mittlere Phase würde 7.9 Stunden betragen.

Auch bei der 5.5-stündigen Restwelle finden wir eine fast konstante Phase, und auch dies weist wieder auf eine einheitliche Beeinflussung der ganzen Wasserschicht. Die mittlere Phase dieser kurzperiodischen Welle über die ganze 50—400 m-Schicht würde 1.2 Stunden betragen.

STROMVERHÄLTNISSE UND VERTIKALE VERLAGERUNG DER WASSERMASSEN AUF ANKERSTATION 308*a*

Die Ergebnisse der harmonischen Analyse der Schwankungen der Temperaturwerte geben uns in Verbindung mit dem vertikalen Temperaturgradient (Tabelle 58), die wir Abbildung 50 entnehmen können, die Möglichkeit, die Grösse und Phase der vertikalen Verlagerung der Wassermassen beim Vorübergang der Gezeitenwellen zu bestimmen.

TABELLE 58. Temperaturgradient auf Ankerstation 308*a*.

Tiefe	Gefälle °C. pro meter
50	— 0.05
100	— 0.10
150	— 0.095
200	— 0.035
250	— 0.025
300	— 0.025
400	— 0.025

[1]) Die Phasen sind bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 6[h] Gr. Zeit des 29 Juni 1930.

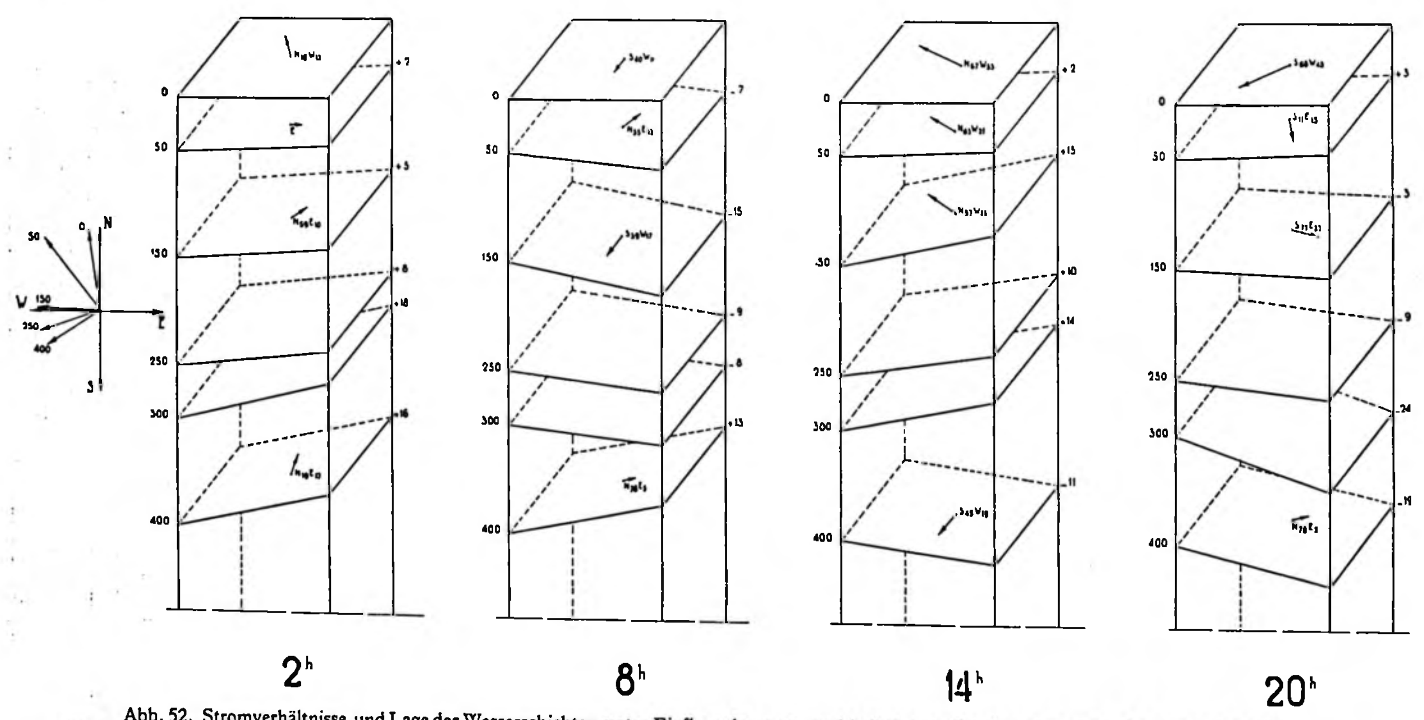


Abb. 52. Stromverhältnisse und Lage der Wasserschichten unter Einflusz der ganz- und halbtägigen Gezeit zusammen auf Ankerstation 308*a*.
Hinter jeden Strompfeil ist die Richtung und Stärke des Stromes angegeben. Die Zahlen an der rechten Seite jeder Figur geben die Verlagerung in Meter an.

Das Ergebnis dieser Berechnung steht zusammen mit dem Ergebnis der Strombeobachtungen in Tabelle 59.

TABELLE 59. Stromverhältnisse und vertikale Verlagerung auf Ankerstation 308*a*.

Tiefe in m	Stromverhältnisse							Tiefe m	Verlagerung aus Temper.	
	Nord-Komp.		Ost-Komp.		Stromellipse					
	Ampl. cm/sec	Phase ☾ St.	Ampl. cm/sec	Phase ☾ St.	Richtung	Geschw. cm/sec	Phase ☾ St.		Ampl. m	Phase ☾ St.
					Ganztägige Gezeit					
0	4.0	8.4	27.1	22.0	N 82 W	27.3	9.9			
50	13.2	9.3	12.4	3.1	N 20 W	13.3	10.5	50	4.8	19.8
								100	5.9	14.2
150	5.7	17.0	22.5	22.8	S 89 W	22.5	10.8	150	7.8	17.5
								200	4.5	18.7
								250	1.0	15.4
								300	8.0	6.9
400	12.3	1.9	8.8	1.9	N 35,5 E	15.0	1.9	400	21.0	5.3
					Halbtägige Gezeit					
0	13.4	1.3	25.1	9.6	N 76 W	25.1	3.4			
50	10.0	0.0	7.5	8.7	N 14 W	10.2	0.3	50	2.1	2.2
								100	7.5	2.6
150	14.9	0.3	5.8	8.3	N 12 W	15.2	0.4	150	9.9	2.4
								200	12.0	2.0
								250	9.0	1.7
								300	16.0	1.8
400	14.6	10.8	15.4	10.4	N 46,5 E	20.9	10.3	400	9.2	11.6

Die maximale Hebung erfolgt in den Schichten, in denen ein Vergleich mit den Strombeobachtungen möglich ist, immer später (im Mittel 6.4 Stunden für die ganztägige und 1.7 Stunden für die halbtägige Gezeit) als die Maximalstromstärke. Bei der ganztägigen Welle ist die mittlere Phase der Verlagerung der 300/400 m Schicht (6.1 Stunden) um fast eine $^1/_2$ Periode (11.0 Stunden) verschieden von derjenigen der 50/250 m Schicht (mittlere Verlagerungsphase 17.1 Stunden).

Die Phase der Verlagerung der halbtägigen Gezeit verfrüht sich mit zunehmender Tiefe. In Figur 52 ist nun versucht worden, in 4 Zeichnungen ein Bild zu geben, welche Lage die verschiedenen Schichten in Zeitintervallen von 6 Stunden einnehmen. Für diejenigen Tiefen, für welche Strommessungsergebnisse vorliegen, sind in der betreffenden Fläche die zu diesem Zeitpunkte herrschenden Gezeitenströme durch einen Pfeil nach Richtung und Stärke angegeben.

Diese Strompfeile sind ermittelt aus der Kombination des halbtägigen und ganztägigen Gezeitenstromes, welcher für die betreffenden Stunden den Stromellipsen entnommen wurde. Die Verlagerungsamplitude wurde aus der Addition der ganz- und halbtägigen Verlagerungen erhalten. Die mittlere Amplitude der Verlagerung, welche durch die ganztägige Welle verursacht wurde, beträgt für die ganze Schicht 7.4 m, und wenn man die 400 m ausser Betracht lässt, 5.3 m. Die 12-stündige Welle lässt im Mittel die ganze Wasserschicht mit einer Amplitude von 9.4 m schwanken.

Der Figur 52 wurde (als pro memore) eine kleine Zeichnung, welche nur die Richtung des Reststromes für verschiedene Tiefen zeigt, beigegeben.

Die Wasserschichten dieser Station, welche frei im westlichen Teile des Celebes-Meeres liegt und nicht von Küsteneinflüssen gestört wird, zeigen folgendes Verhalten: wenn der Strom durch den Gezeitenstrom verstärkt bezw. geschwächt wird, so heben resp. senken sich die oberen Wasserschichten, während die 400 m Tiefe die entgegengesetzte Bewegung ausführt, nämlich bei Verstärkung bezw. Schwächung des Stromes senkt bezw. hebt sich diese Schicht.

ANKERSTATION 312*a*.

Am 14.8.1930 wurde geankert im Java-Meer auf einer Breite 6° 24.6 Süd- und 112° 55.6 O.L.

Es war die Absicht, während 26 Stunden Strommessungen in 10—20—30—40 und 50 m Tiefe auszuführen.

Um 6.30 h wurde hiermit tatsächlich angefangen, jedoch mussten um ca 14 h sämtliche Strommessungen plötzlich beendet werden, weil das Schiff zurückgehen musste, um ein Mitglied der Besatzung, welches krank geworden war, nach Soerabaya zu bringen. Die Ankerstation hat also keine brauchbaren Ergebnisse geliefert.

Mit Rücksicht auf eventuelle künftige Messungen kann es von Nutzen sein, die Beobachtungen trotzdem zu veröffentlichen.

Es folgen hierunter, erst für die Oberfläche (Tab. 60) und dann auch für die anderen Tiefen, (Tab. 61) die reduzierten Beobachtungen, welche mit Hilfe des Ekman-Merz Starkstrommessers erhalten wurden.

TABELLE 60. Schiffkurs, Wetter- und Relingslogbeobachtungen auf Ankerstation 312*a*.

14. August 1930 Zeit 112,5° O.L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondst.	Kurs	Az. Anker	Wind		Strom				
					Richtung	Stärke m/sec	Richtung	in Graden	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
	13.8.30										
6	21.48	2.8	EzS	BB2	E	6.0	WNW	292	41.2	+ 15.5	— 38.2
7	22.48	3.8	ESE	BB4	E	6.2	WNW	292	36.0	+ 13.5	— 33.4
8	23.48	4.8	EzS	BB4	E	8.6	WNW	292	30.9	+ 11.6	— 28.6
	14.8.30										
9	0.48	5.7	ESE	BB2	ESE	7.3	WNW	292	30.9	+ 11.6	— 28.6
10	1.48	6.7	ESE	BB0	ESE	8.6	WNW	292	30.9	+ 11.6	— 28.6
11	2.48	7.6_5	E	BB6	ESE	9.6	NWzW	304	25.7	+ 14.4	— 21.3
12	3.48	8.6	EzS		ESE	9.7	NW	315	46.3	+ 32.7	— 32.7
13	4.48	9.6	EzS		ESE	10.5	NWzW	304	51.4	+ 28.7	— 42.6

TABELLE 61. Strombeobachtungen auf Ankerstation 312*a*.

Zeit 112°,5 O.L.	Seit oberem Meridian-durchgang des Mondes im Ort in Mondst.	Kugelverteilung	Strom			
			Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
		Ekman-Merz-Strommesser Nr. 151, Schraube 1				
		10 m				
6.30— 6.35	3.3	1/26—1/28—1/29—3/32—1/33	274	25	+ 1.7	—24.9
8.50— 9.01	5.6_5	1/20—1/21—1/22—1/23—2/26 —4/28—1/29—1/30—2/31— 2/32—1/33—2/0	294	26	+ 10.6	—23.8
10.33—10.43	7.3	1/1—1/0—1/34—1/33—1/29— —1/28—2/27—1/26—2/24	295	22	+ 9.3	—19.9
12.10—12.20	8.8_5	3/35—2/31—2/30—3/25—2/20 —1/17	292	26	+ 9.7	—24.1
13.30—13.40	10.1	2/0—1/31—1/30—2/29—3/28 —1/26—1/25—2/23—1/22— —1/17—2/15	260	25	— 4.3	—24.6
		20 m				
6.41— 6.46	3.5	1/22—2/24—1/25—1/27—2/28 —1/30	260	23	— 4.0	—22.7
7.40— 7.50	4.5	1/25—2/26—3/27—3/28—3/29 —2/30	278	21	+ 2.9	—20.8
9.08— 9.18	5.9	3/24—1/25—2/26—2/27—1/28 —1/30—1/31—1/32	270	18	0	—18.0
10.48—10.58	7.5	1/1—1/35—1/31—1/29—1/27 —1/26—1/24—1/22—1/20 —1/19—1/18—1/17	254	18	— 5.0	—17.3
12.25—12.35	9.1	1/0—2/29—1/28—1/27—1/26 —1/24—1/23—1/20—1/19— —2/16—1/3—1/1	263	21	— 2.6	—20.8
13.45—13.56	10.4	1/0—2/35—1/32—1/31—1/30 —1/27—1/25—2/23—1/19— 1/15—2/14—1/11—1/3	256	21	— 5.1	—20.4
		30 m				
6.51— 6.56	3.7	1/22—2/23—1/24—1/25—1/31 —1/32	285	24	+ 6.2	—23.2
9.25— 9.35	6.2	2/33—1/32—2/31—1/30—1/28 —1/27—1/26—1/25—1/24— 1/23—1/22	281	21	+ 4.0	—20.6
11.03—11.13	7.8	2/2—2/30—1/29—2/28—1/25 —2/20—1/19—1/18	269	18	— 0.3	—18.0
12.40—12.50	9.3	1/0—1/35—1/32—1/31—1/30 —1/29—1/27—2/25—2/24— —1/18—2/15—1/6—1/5	289	22	+ 7.2	—20.8

Zeit 112°,5 O.L.	Seit oberem Meridian-durchgang des Mondes im Ort in Mondst.	Kugelverteilung	Strom			
			Richtung rw	Starke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
		40 m				
7.02— 7.07	3.9	1/29—1/30—4/31—1/32—1/34	311	25	+ 16.4	— 18.9
7.58— 8.08	4.8	1/23—1/24—1/25—1/26—2/27 —3/29—1/30—1/32—1/33— 1/34	283	22	+ 4.9	— 21.4
9.42— 9.52	6.5	1/2—1/34—1/33—3/32—1/30 —1/29—1/28—1/27—1/26— 1/25—1/23—1/20—1/19—1/16	278	23	+ 3.2	— 22.8
11.19—11.29	8.0	(1/5)—1/33—1/32—1/31— 1/30—2/29—4/22	272	17.5	+ 0.6	— 17.5
12.57—13.07	9.6	1/0—2/31—2/29—1/28—1/27 —1/25—1/24—1/23 (1/16— 1/10)—1/4—1/3—1/1	307	22.3	+ 13.4	— 17.8
		50 m				
7.13— 7.18	4.0	1/22—2/24—1/26—1/28—1/29 —1/30—1/31	267	25	— 1.3	— 25.0
8.33— 8.43	5.4	1/21—2/23—1/24—2/25—1/26 —4/29—1/31—1/33	267	20.6	— 1.1	— 20.6
9.59—10.09	6.7	2/0—1/34—1/32—1/30—1/29 —1/26—1/24—3/19—1/23	273	19.1	+ 1.0	— 19.1
11.35—11.45	8.3	1/3—1/2—1/0—2/32—1/28— 2/24—2/23—1/17—1/14	275	21.7	+ 1.9	— 21.6
13.14—13.24	9.9	1/3—1/1—1/35—1/29—1/28— 2/27—2/17	284	15.0	+ 3.6	— 14.6
		57 m				
7.29— 7.34	4.3	1/24—1/25—2/26—2/27—1/33	268	22.3	— 0.8	— 22.3
		55½ m				
10.17—10.27	7.0	1/0—1/34—2/32—1/31—1/25 —1/24—1/22—2/21—1/20— 2/19	258	19.1	— 4.0	— 18.7
		55 m				
11.52—12.02	8.6	1/35—1/29—3/25—2/24—1/20 —1/18—1/15—1/13—(2/6)	230	21.9	— 14.0	— 16.8

Untenstehend findet man auch noch eine kleine Tabelle mit Reststromwerten (Tab. 62). Es muss allerdings nochmals betont werden, dass diese kein reelles Bild geben, weil sie grösstenteils noch Gezeitenströme enthalten.

TABELLE 62. Reststrom.

Tiefe	Komponenten		Resultante	
	N cm/sec	E cm/sec	Richtung	Stärke cm/sec
0	+ 17.5	— 31.8	N61W	36.0
10	+ 5.4	— 23.5	N77W	24.0
20	— 2.3	— 20.0	S83W	20.0
30	+ 4.3	— 20.7	N78W	21.2
40	+ 7.7	— 19.7	N69W	21.0
50	+ 0.8	— 20.2	N88W	20.2
55	— 6.3	— 19.3	S72W	20.3

ANKERSTATION 317*a* [1]

Die geographische Position der Station 317*a*, an der während 51 Stunden verankert wurde, nämlich von 22 h des 21. bis 1 h des 24. August 1930, ist $\varphi = 7°—55.0$ S und $\lambda = 122°—12.7$ E.

Die Station ist im östlichen Teile des Flores Meeres gelegen, welches Meer die wichtigste West-Ost Verbindung ist zwischen Java- und Banda-Meer.

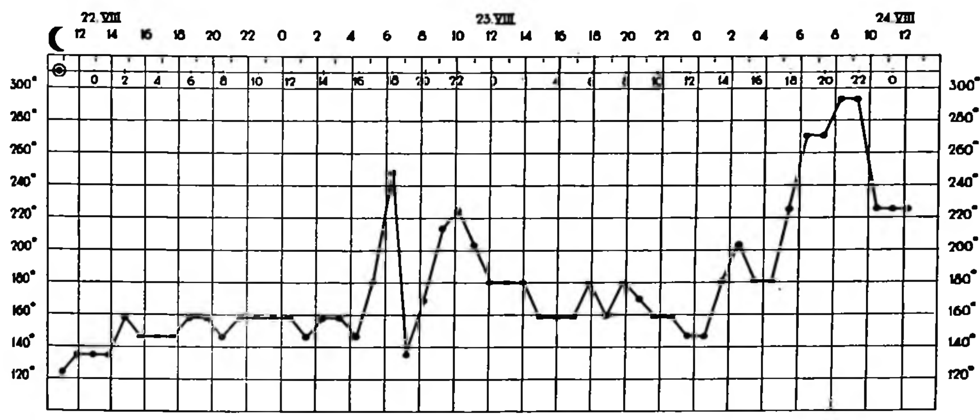


Abb. 53. Anliegender Schiffkurs auf Ankerstation 317*a*.

Zwischen der Insel Soekoem und Angelika Droogte befindet sich ein Plateau, durch welches eine tiefe Kluft läuft, die das Flores-Becken mit dem westlichen Teil des Banda-Meeres verbindet.

Wind. — Die Beobachtungen fanden bei schönem Wetter und fast wolkenlosem Himmel statt. Der Wind war anfänglich ziemlich konstant aus SEzS Richtung; später drehte er über NE nach Norden (s. Tabelle 63).

TABELLE 63. Schiffskurs, Wetter und Relingslogbeobachtungen auf Ankerstation 317*a*.

Datum 1930	Zeit 122.2 O.L.	Zeit in Greenwich	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Tiefe	Azimut Anker	Dynamometer	Winkel trosse	Kurs des Schiffes	Wind		Strom		Komponenten	
									Richtung	Stärke in m/sec	Richtung	Stärke in cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
21.8	22	13.52	10.95	2415	0	1750	1°	SEzE	SEzE	1.8	NW	10.3	+ 7.3	— 7.3
	23	14.52	11.9	2360	0	1800	1°	SE	SE	2.1	NW	10.3	+ 7.3	— 7.3
22.8	0	15.52	12.9	2300	0	1900	5°	SE	ESE	5.6	NW	20.6	+ 14.6	— 14.6
	1	16.52	13.85	2275	0	2000	5°	SE	SEzS	3.5	NW	20.6	+ 14.6	— 14.6
	2	17.52	14.8	2250	0	2100	1°	SSE	SSE	3.5	NNW	20.6	+ 19.1	— 7.7
	3	18.52	15.8	2300	0	2200	10°	SEzS	SEzS	5.3	NNW	30.9	+ 28.6	— 11.6
	4	19.52	16.75	2304	0	2150	5°	SEzS	SEzS	3.7	NNW	25.7	+ 23.8	— 9.6
	5	20.52	17.7	2294	0	2100	2°	SEzS	SEzS	4.0	NNW	23.2	+ 21.5	— 8.7

[1]) Von sämtlichen Phasen ist 0.1 Mondstunden zu subtrahieren.

Datum 1930	Zeit 122,2 O.L.	Zeit in Greenwich	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Tiefe	Azimut Anker	Dynamometer	Winkel trosse	Kurs des Schiffes	Wind		Strom		Komponenten	
									Richtung	Stärke in m/sec	Richtung	Stärke in cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
22.8	6	21.52	18.7	2284	0	2000	0°	SSE	SSE	3.5	NNW	25.7	+ 23.8	— 9.6
	7	22.52	19.65	2324	0	2100	0°	SSE	SSE	4.1	NNW	30.9	+ 28.6	— 11.6
	8	23.52	20.6	2330	0	2000	2°	SEzS	SE	6.0	NNW	10.3	+ 9.6	— 3.8
	9	0.52	21.6	2280	0	2000	2°	SSE	SEzS	5.0	NNW	10.3	+ 9.6	— 3.8
	10	1.52	22.55	2310	0	2050	2°	SSE	SE	4.4	NNW	20.6	+ 19.1	— 7.7
	11	2.52	23.5	2325	0	2000	1°	SSE	SE	3.5	N	25.7	+ 25.7	0
	12	3.52	0.5	2325	0	2000	0°	SSE	SEzE	1.3	NNW	20.6	+ 19.1	— 7.7
	13	4.52	1.45	2275	0	2000	0°	SEzS	E	0.5	NNW	20.6	+ 19.1	— 7.7
	14	5.52	2.4	2325	0	2000	0°	SSE	EzN	0.5	NNW	20.6	+ 19.1	— 7.7
	15	6.52	3.4	2300	0	2000	0°	SSE	NNE	1.6	SSW	25.7	— 23.6	— 10.1
	16	7.52	4.35	2339	1/2SB	1950	0°	SEzS	NE	1.6	WNW	25.7	+ 10.1	— 23.6
	17	8.52	5.3	2411	0	1950	0°	S	N	1.5	N	36.0	+ 36.0	0
	18	9.52	6.3	2330	4Str.BB	1950	1°	WSW	N	2.8	NNE	20.6	+ 18.9	+ 8.0
	19	10.52	7.2	2380	0	1900	0°	SE	NNE	2.0	N	15.4	+ 15.4	0
	20	11.52	8.2	2325	0	1900	0°	SzE	ENE	2.4	N	15.4	+ 15.4	0
	21	12.52	9.15	2350	0	1900	0°	SWzS	SEzE	3.2	N	15.4	+ 15.4	0
	22	13.52	10.1	2350	8BB	1900	0°	SW	SEzS	4.4	E	20.6	0	+ 20.6
	23	14.52	11.1	2325	8BB	2000	10°	SSW	SE	5.3	E	25.7	0	+ 25.7
23.8	0	15.52	12.1	2331	4BB	2150	5°	S	SE	3.8	NE	25.7	+ 18.2	+ 18.2
	1	16.52	13.05	2361	2BB	1950	5°	S	ESE	4.0	NE	20.6	+ 14.6	+ 14.6
	2	17.52	14.0	2331	0	2000	5°	S	E	4.9	ENE	25.7	+ 10.1	+ 23.6
	3	18.52	14.95	2350	2	1950		SSE	SSE	3.2	E	20.6	0	+ 20.6
	4	19.52	15.9	2330	0	1950	1°	SSE	ENE	3.5	E	15.4	0	+ 15.4
	5	20.52	16.9	2330	4St.6	1950	1°	SSE	E	4.0	E	15.4	0	+ 15.4
	6	21.52	17.85	2330	4St.6.	1950	1°	S	ESE	3.8	ENE	20.6	+ 8.0	+ 18.9
	7	22.52	18.8	2350	0	1900	1°	SSE	SE	3.7	NE	25.7	+ 18.2	+ 18.2
	8	23.52	19.8	2350	0	1900	0°	S	ESE	4.0	NE	20.6	+ 14.6	+ 14.6
	9	0.52	20.75	2350	0	1900	0°	SzE	EzS	3.0	NE	15.4	+ 10.9	+ 10.9
	10	1.52	21.7	Ausser Betrieb	0	1900	0°	SSE	E	2.2	NNE	5.1	+ 4.7	+ 2.0
	11	2.52	22.7		0	1900	0°	SSE	E	2.5	NNE	5.1	+ 4.7	+ 2.0
	12	3.52	23.65		0	1850	0°	SEzS	ENE	2.4	—	0	0	0
	13	4.52	0.6		0	1900	0°	SEzS	E	0.8	—	0	0	0
	14	5.52	1.6		1/2S.B.	1900	0°	S	E	0.6	N	5.1	+ 5.1	0
	15	6.52	2.55		0	1900	0°	SSW	ENE	0.3	NNE	15.4	+ 14.2	+ 6.1
	16	7.52	3.5		4SB	1900	1°	S	NW	0.2	N	15.4	+ 15.4	0
	17	8.52	4.5		4SB	2100	2°	S	NEzE	1.3	N	30.9	+ 30.9	0
	18	9.52	5.45		0	2150	0°	SW	NE	0.1	E	30.9	0	+ 30.9
	19	10.52	6.4		0	2100	0°	W	—	—	E	25.7	0	+ 25.7
	20	11.52	7.4		0	1900	0°	W	—	—	E	20.6	0	+ 20.6
	21	12.52	8.35		0	1900	0°	WNW	—	—	ESE	10.3	— 4.0	+ 9.5
	22	13.52	9.3		6BB	1950	5°	WNW	NE	0.6	ESE	15.4	— 6.1	+ 14.2
	23	14.52	10.3		0	1950	0°	SW	SE	2.1	N	25.7	+ 25.7	0
24.8	0	15.52	11.25		3St.B	2000	2°	SW	SE	2.5	NNE	25.7	+ 23.6	+ 10.1
	1	16.52	12.2		4St.B	1950	2°	SW	SEzS	3.7	NNE	20.6	+ 18.9	+ 8.0

Die 52 Windbeobachtungen verteilen sich wie folgt über die verschiedenen Windrichtungen:

NW	N	NNE	NE	NEzE	ENE	EzN	E	EzS	ESE	SEzE	SE	SEzS	SSE	Windstille
1	2	2	3	1	1	1	7	1	7	3	9	7	4	3

73% der Beobachtungen fallen in einem Sektor von 68°, nämlich von E bis SSE.

Die am häufigsten beobachtete Windrichtung war SE. Die Windstärke variierte von einem anfangs mässigen bis einem sehr flauen Wind, während im Nachmittag des 23. August fast Windstille herrschte. Die maximale Windstärke betrug 6.0 m/sec., die *mittlere* Windrichtung und -Stärke waren EzS (wenn die eine nordwestliche Beobachtung nicht mitgezählt wird) bezw. 2.7 m/sec.

Schiffskurs. — Der Schiffskurs war anfangs immer SEzS und drehte dann plötzlich von 18 h bis 23 h des 22. August auf SWzS. Der Schiffsversetzung (s. Tabelle 79) entnehmen wir, dass um

TABELLE 64. Strommessungen in 25 und 75 m Tiefe auf Ankerstation 317*a*.

Datum	Zeit 122°.2 O.L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des ☾ im Ort ☾ Stunden	Strom Richtung rw	Strom Stärke cm/sec	Komponenten N + S —	Komponenten E + W —
			25 m				
21.8.'30	23.25	15.17	12.3	346	13.2	+ 12.8	— 3.2
22.8.'30	3.05	18.57	15.8_5	336	19.5	+ 17.9	— 7.9
	5.40	21.32	18.3_5	333	14.7	+ 13.1	— 6.7
	7.32	23.24	20.1_5	66	11.8	+ 4.8	+ 10.8
	9.43	1.35	22.3	23	11.1	+ 10.2	+ 4.3
	12.10	4.02	0.6_5	13	24.7	+ 24.1	+ 5.5
	16.00	7.52	4.3	13	28.0	+ 28.7	+ 6.3
	18.26	10.18	6.7	43	25.3	+ 18.5	+ 17.2
	20.57	12.49	9.1	73	23.9	+ 7.0	+ 22.9
23.8.'30	0.44	16.36	12.8	53	24.4	+ 14.6	+ 19.5
	2.52	18.44	14.8	46	22.1	+ 15.4	+ 15.9
	4.17	20.09	16.2	29	20.5	+ 18.0	+ 10.0
			75 m				
21.8.'30	22.25	14.17	11.3_5	49	23.4	+ 15.3	+ 17.7
	23.35	15.27	12.5	29	27.1	+ 23.7	+ 13.2
22.8.'30	00.58	16.50	13.8	56	10.6	+ 6.0	+ 8.8
	3.13	19.05	16.0	3	26.5	+ 26.5	+ 1.4
	4.36	20.28	17.3	349	20.7	+ 20.3	— 3.9
	5.48	21.40	18.5	29	30.5	+ 26.7	+ 14.8
	6.39	22.31	19.3	39	15.4	+ 12.0	+ 9.7
	7.40	23.32	20.3	46	28.9	+ 20.0	+ 20.8
	8.45	0.37	21.3_5	39	29.2	+ 22.7	+ 18.4
	9.57	1.49	22.5	49	26.6	+ 17.5	+ 20.1
	11.13	3.05	23.7	39	35.1	+ 27.3	+ 22.1
	12.20	4.12	0.8	33	39.8	+ 33.3	+ 21.7
	14.14	6.06	2.6	39	39.3	+ 30.5	+ 24.7
	16.08	8.00	4.5	3	20.1	+ 20.1	+ 1.0
	17.09	9.01	5.4_5	29	40.1	+ 35.1	+ 19.5
	18.35	10.27	6.8	39	36.6	+ 28.5	+ 23.1
	19.41	11.33	7.9	33	35.2	+ 29.6	+ 19.2

TABELLE 64. Strommessungen in 125 und 175 m Tiefe auf Ankerstation 317*a*.

Datum	Zeit 122.2° O.L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des ☾ im Ort ☾ Stunden	Strom		Komponenten	
				Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —
	21.06	12.58	9.2_5	73	28.9	+ 8.5	+ 27.6
	23.11	15.03	11.3	76	33.0	+ 8.0	+ 32.0
23.8.'30	0.53	16.45	12.9	49	36.3	+ 23.8	+ 27.4
	3.03	18.55	15.0	26	26.9	+ 24.2	+ 11.8
	4.28	20.20	16.4	23	31.2	+ 28.7	+ 12.2
			125 m				
21.8.'30	23.44	15.36	12.6	96	43.1	— 4.5	+ 42.9
22.8.'30	3.24	19.16	16.1_5	93	32.7	— 1.7	+ 32.7
	5.57	21.49	18.6	73	54.6	+ 16.0	+ 52.2
	7.48	23.40	20.4	83	26.2	+ 3.2	+ 26.0
	10.15	2.07	22.8	66	49.9	+ 20.3	+ 45.6
	12.29	4.21	1.0	89	41.0	+ 0.7	+ 41.0
	14.22	6.14	2.7_5	86	45.6	+ 3.2	+ 45.5
	16.17	8.09	4.6	93	28.1	— 1.5	+ 28.1
	17.23	9.15	5.7	88	54.3	+ 1.9	+ 54.3
	18.44	10.36	7.0	73	38.7	+ 11.3	+ 37.0
	19.51	11.43	8.0_5	79	39.5	+ 7.5	+ 38.8
	21.20	13.12	9.5	93	45.2	— 2.4	+ 45.1
	23.20	15.12	11.4	96	57.4	— 6.0	+ 57.1
23.8.'30	1.02	16.54	13.0_5	89	49.7	+ 0.9	+ 49.7
	3.22	19.14	15.3	99	41.6	— 6.5	+ 41.1
			175 m				
21.8.'30	22.36	14.28	11.5	93	41.6	— 2.2	+ 41.5
	23.53	15.45	12.8	103	48.4	— 10.9	+ 47.2
22.8.'30	1.11	17.03	14.0	93	57.0	— 3.0	+ 56.9
	3.33	19.25	16.3	93	38.7	— 2.0	+ 38.6
	4.46	20.38	17.5	76	46.4	+ 11.2	+ 45.0
	6.06	21.58	18.8	66	46.1	+ 18.7	+ 42.1
	6.48	22.40	19.4_5	69	47.3	+ 16.9	+ 44.2
	7.57	23.49	20.6	73	48.4	+ 14.1	+ 46.3
	8.55	0.47	21.5	66	40.1	+ 16.3	+ 36.6
	10.24	2.16	22.9_5	83	45.0	+ 5.5	+ 44.7
	11.23	3.15	23.9	73	35.8	+ 10.4	+ 34.3
	12.38	4.30	1.1	83	38.4	+ 4.7	+ 38.1
	14.31	6.23	2.9	89	37.9	+ 0.7	+ 37.9
	16.26	8.18	4.7_5	99	25.1	— 3.9	+ 24.8
	17.35	9.27	5.9	116	45.5	— 20.0	+ 40.9
	18.54	10.46	7.1_5	103	36.2	— 8.1	+ 35.3
	20.01	11.53	8.2	93	40.3	— 2.1	+ 40.2
	21.33	13.25	9.7	93	52.0	— 2.7	+ 51.9
	23.30	15.22	11.6	103	56.7	— 12.7	+ 55.2
23.8.'30	1.11	17.03	13.2	108	57.9	— 17.9	+ 55.1
	3.31	19.23	15.4_5	89	42.8	+ 0.8	+ 42.8
	7.51	23.43	19.6_5	93	57.9	— 3.0	+ 57.8
	13.41	5.33	1.3	89	45.2	+ 0.8	+ 45.2
	16.58	8.50	4.4_5	99	38.9	— 6.1	+ 38.4

TABELLE 64. Strommessungen in 300 und 600 m Tiefe auf Ankerstation 317*a*.

Datum	Zeit 122°.2 O.L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridian-durchgang des ☾ im Ort ☾ Stunden	Strom		Komponenten	
				Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S —	E + W —
			300 m				
21.8.'30	22.47	14.39	11.7	106	20.3	— 5.6	+ 19.5
22.8.'30	00.07	15.59	13.0	103	39.1	— 8.8	+ 38.1
	1.26	17.18	14.2_5	113	26.7	— 10.4	+ 24.6
	2.38	18.30	15.4	98	40.8	— 5.7	+ 40.4
	3.50	19.42	16.6	69	38.1	+ 13.6	+ 35.6
	4.57	20.49	17.7	86	31.5	+ 2.2	+ 31.4
	6.16	22.08	18.9	103	28.9	— 6.5	+ 28.2
	6.58	22.50	19.6	99	28.1	— 4.4	+ 27.8
	8.07	23.59	20.7	96	31.5	— 3.2	+ 31.3
	9.05	0.57	21.7	89	33.0	+ 0.6	+ 33.0
	10.36	2.28	23.1	93	29.3	— 1.5	+ 29.3
	11.34	3.26	0.1	73	28.4	+ 8.3	+ 27.2
	12.50	4.42	1.3	83	31.0	+ 3.8	+ 30.8
	14.47	6.39	3.1_5	86	29.2	+ 2.0	+ 29.1
	16.36	8.28	4.9	69	22.1	+ 7.9	+ 20.6
	17.50	9.42	6.1	96	28.9	— 3.0	+ 28.7
	19.02	10.54	7.3	58	28.8	+ 15.3	+ 24.4
	20.11	12.03	8.4	28	15.3	+ 7.2	+ 13.5
	22.01	13.53	10.1_5	103	31.0	— 7.0	+ 30.2
23.8.'30	2.11	18.03	14.2	53	18.3	+ 11.0	+ 14.6
	3.41	19.33	15.6	73	21.3	+ 6.2	+ 20.4
			600 m				
21.8.'30	23.01	14.53	11.9_5	173	11.2	— 11.1	+ 1.3
22.8.'30	2.18	18.10	15.1	143	13.0	— 10.4	+ 7.8
	4.09	20.01	16.9	123	16.8	— 9.2	+ 14.1
	5.11	21.03	17.9	86	12.4	+ 0.8	+ 12.4
	7.10	23.02	19.8	96	18.2	— 1.9	+ 18.1
	8.19	0.11	20.9	113	18.0	— 7.0	+ 16.6
	9.17	1.08	21.8	123	13.2	— 7.2	+ 11.1
	10.49	2.41	23.3	123	16.5	— 9.0	+ 13.9
	11.46	3.38	0.2_5	163	9.1	— 8.7	+ 2.6
	13.09	5.01	1.6	223	16.4	— 12.0	— 11.2
	15.06	6.58	3.5	223	4.9	— 3.6	— 3.3
	16.48	8.40	5.1	326	1.2	+ 1.0	— 0.7
	18.04	9.56	6.3	143	20.9	— 16.7	+ 12.5
	19.15	11.07	7.4	133	13.0	— 8.9	+ 9.5
	22.18	14.10	10.4	153	19.4	— 17.3	+ 8.8
23.8.'30	2.25	18.17	14.4	153	10.9	— 9.7	+ 5.0
	3.53	19.45	15.8	133	15.4	— 10.5	+ 11.3
	8.09	0.01	20.0	93	14.1	— 0.7	+ 14.1
	11.02	2.54	22.7	53	14.5	+ 8.7	+ 11.6
	13.54	5.46	1.5	303	(15.4	+ 8.4	— 12.9)
	17.28	9.20	5.0	116	4.3	— 1.9	+ 3.9
	20.26	12.18	7.8	103	8.7	— 1.9	+ 8.5
	23.17	15.09	10.6	66	6.8	+ 2.7	+ 6.2

TABELLE 64. Strommessungen in 1000, 1500 und 2000 m Tiefe auf Ankerstation 317*a*.

Datum	Zeit 122°.2 O.L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des ☾ im Ort ☾ Stunden	Strom Richtung rw	Strom Stärke cm/sec	Komponenten N + S —	Komponenten E + W —
			1000 m				
22.8.'30	15.25	7.17	3.8	289	6.4	+ 2.1	— 6.1
	22.36	14.28	10.7	163	9.9	— 9.5	+ 2.9
23.8.'30	8.32	0.24	20.3	343	9.8	+ 9.4	— 2.8
	14.22	6.14	2.0	313	10.2	+ 6.9	— 7.4
	17.51	9.43	5.3	329	12.6	+ 10.8	— 6.5
	20.50	12.42	8.2	296	12.0	+ 5.3	— 10.8
			1500 m				
23.8.'30	9.00	0.52	20.8	319	8.2	+ 6.2	— 5.3
	11.42	3.34	23.4	66	7.3	+ 3.0	+ 6.7
	15.06	6.58	2.6_5	98	12.0	— 1.7	+ 11.9
	18.27	10.19	5.9	143	10.8	— 8.6	+ 6.5
			2000 m				
23.8.'30	9.40	1.32	21.4	109	3.8	— 1.2	+ 3.6
	12.25	4.17	0.1	290	3.5	+ 1.2	— 3.3
	15.55	7.47	3.4	213	5.9	— 4.9	— 3.2
	19.12	11.04	6.6	198	7.3	— 7.0	— 2.3

TABELLE 65. Harmonische Analyse der Strombeobachtungen auf Ankerstation 317*a*.

	Tiefe	Reststrom	Ganztg. Gezeit Ampl. cm/sec	Ganztg. Gezeit Phase ☾ Std.	Halbtg. Gezeit Ampl. cm/sec	Halbtg. Gezeit Phase ☾ Std.	Restwelle Periode	Restwelle Ampl. cm/sec	Restwelle Phase[1]) in ☾
N	0 m 1. Per.	+ 15.1	5.1	20.4	5.4	6.1			
	0 m 2. „	+ 6.8	2.1	4.8	2.0	11.6			
	0 m 1.+2. „	+ 10.9	2.1	22.0	1.7	6.4	7.0	9.9	2.7
	25 m	+ 16.2	5.8	3.4	8.9	3.1	5.7	2.0	1.4
	75 m	+ 21.6	7.2	1.7	4.4	4.6	7.0	6.0	2.7
	125 m	+ 4.0	5.7	22.7	4.3	8.2	6.8	6.2	3.6
	175 m	+ 0.3	11.6	21.2	4.1	8.2	7.0	6.0	5.0
	300 m	+ 0.25	4.7	3.1	3.1	5.9	7.0	5.5	3.3
	600 m	— 8.8	4.1	22.1	4.0	5.5	7.0	2.3	1.0
	1000 m	+ 0.3	9.3	22.3	1.5	5.4			
E	0 m 1. Per.	—15.0 + 0,83 t. ab 4 h ☾	6.6	13.3	5.7	10.6			
	2. „	+ 12.0	6.7	12.9	6.0	5.7			
	1.+2. „	+ 4.0	5.9	11.3	3.2	8.1	7.0	3.5	2.1
	25 m	—5.0 + 0,93 t. ab. 5 h ☾	3.2	7.8	5.8	9.6	5.7	2.8	3.3
	75 m	+ 10.0 + 0,625 t. ab 6 h	2.1	4.0	7.5	10.7	7.0	3.8	2.3
	125 m	+ 42.0	2.8	10.7	3.5	11.5	6.8	6.0	4.1
	175 m	+ 42.9	8.4	13.8	4.9	11.3	7.0	3.4	5.5
	300 m	+ 28.5	4.5	18.4	2.7	2.4	7.0	3.2	1.0
	600 m	+ 7.2	6.2	16.6	7.0	8.2	7.0	3.9	2.0
	1000 m	— 2.0	4.8	12.9	1.1	9.2			

[1]) Die Phasen sind bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort am 21/8/1930 2^h Gr. Zeit.

18.20 h sich die Vertreibungsrichtung des Schiffes von NE bis SWzS geändert hat.

Am 23. August lag das Schiff wieder auf dem ursprünglichen Kurs, dann drehte um 12 h desselben Tages das Schiff wieder stark nach Westen, und um ca. 21 h wurde der grösste Wert WNW erreicht.

In Figur 53, welche die graphische Darstellung der Kursschwankungen enthält, kann man einen ganztägigen Gezeiteneinfluss ersehen; die Phase würde ungefähr 9 h sein und die Amplitude 55°; die Kursschwankungen würden demnach der untenstehenden Gleichung folgen:

$$\text{Kurs rw} = 178° + 55° \cos \frac{2\pi}{24} (t - 9.0).$$

Oberflächenstrom. — Ausser den Beobachtungen über Schiffskurs und Wind enthält Tabelle 63 den bereits in N- und E-Komponenten zerlegten Oberflächenstrom, wie dieser aus den stündlichen Beobachtungen mit dem Relingslog resultiert.

In Abbildungen 54 und 55 ist der Verlauf der beiden Komponenten graphisch gezeichnet.

Die 51-stündige Beobachtungsdauer gestattet uns, die Kurve des Oberflächenstromes in 2 Perioden von je 24 Stunden zu analysieren. Das Ergebnis der harmonischen Analyse steht in Tabelle 65.

Nordkomponente. — Die Amplituden der ganz- und halbtägigen Gezeiten sind für die erste 24-stündige Periode erheblich grösser als für die zweite. Auch die Phasenwerte zeigen grosse Unterschiede für diese beiden Perioden. Bei der ganztägigen Gezeit beträgt dieser Unterschied im Phasenwert 8.4 Mondstunden = $^1/_3$ Periode, während bei der halbtägigen Gezeit dieser Unterschied 5.5 Mondstunden = ca $^1/_2$ Periode beträgt. Es ist natürlich sehr schwierig zu entscheiden, welche der beiden 24-stündigen Perioden ein richtiges Bild des Oberflächenstromes gibt. Deshalb wurden für jede Mondstunde die Werte aus beiden Perioden gemittelt und diese Mittelwerte wieder einer

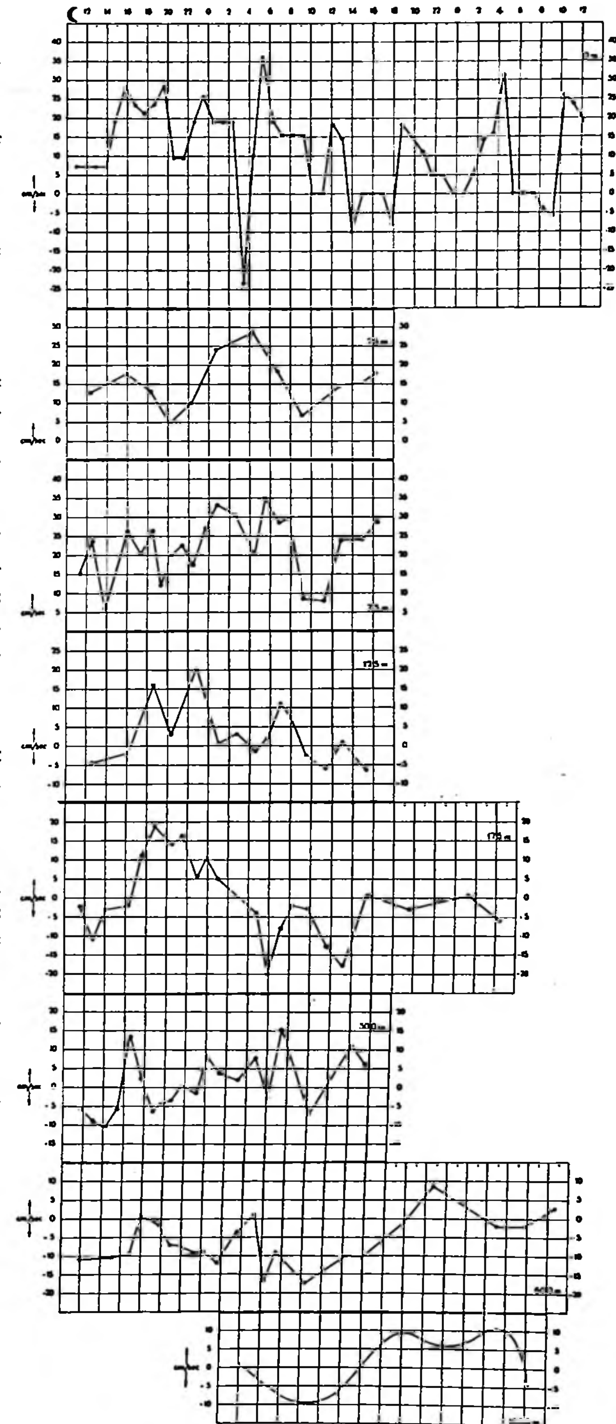


Abb 54. Nordkomponente des Stromes auf Ankerstation 317*a* für die Oberfläche—25—75—125—175—300—600—1000 m Tiefe.

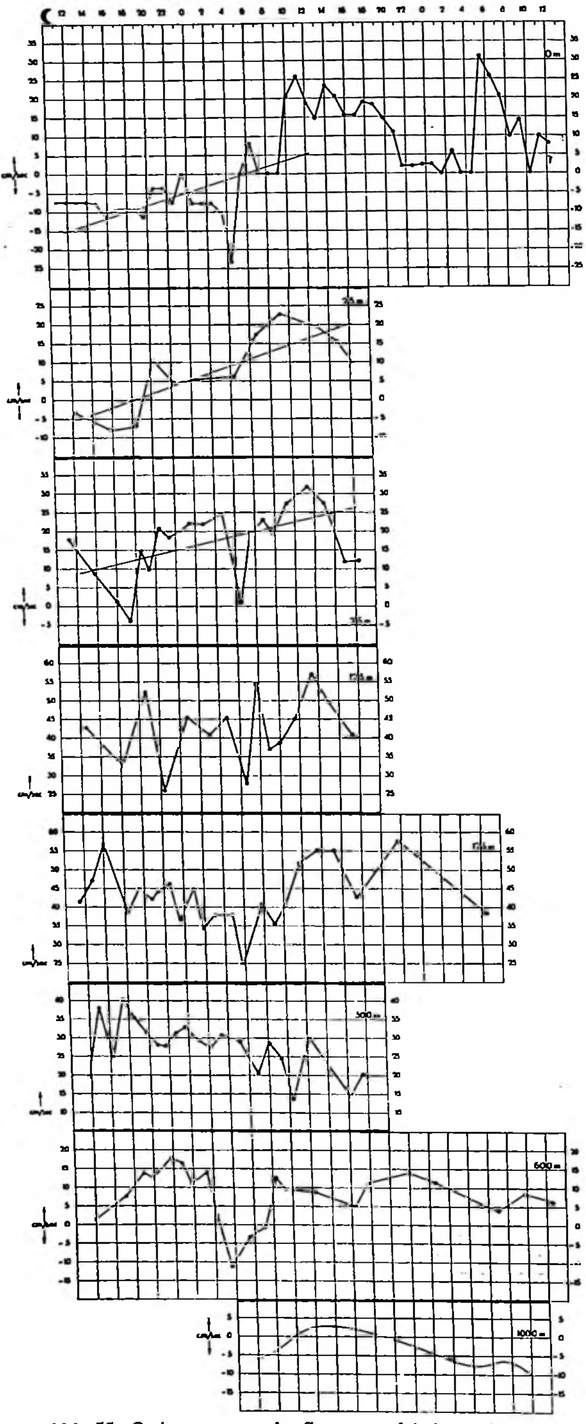


Abb. 55. Ostkomponente des Stromes auf Ankerstation 317a für die Oberfläche—25—75—125—175—300—600—1000 m Tiefe.

harmonischen Analyse unterzogen.

Vergleicht man bei der Ostkomponente nun die erste Beobachtungsperiode mit der zweiten, so zeigt die ganztägige Gezeit wenig Unterschied in Amplitude und Phase.

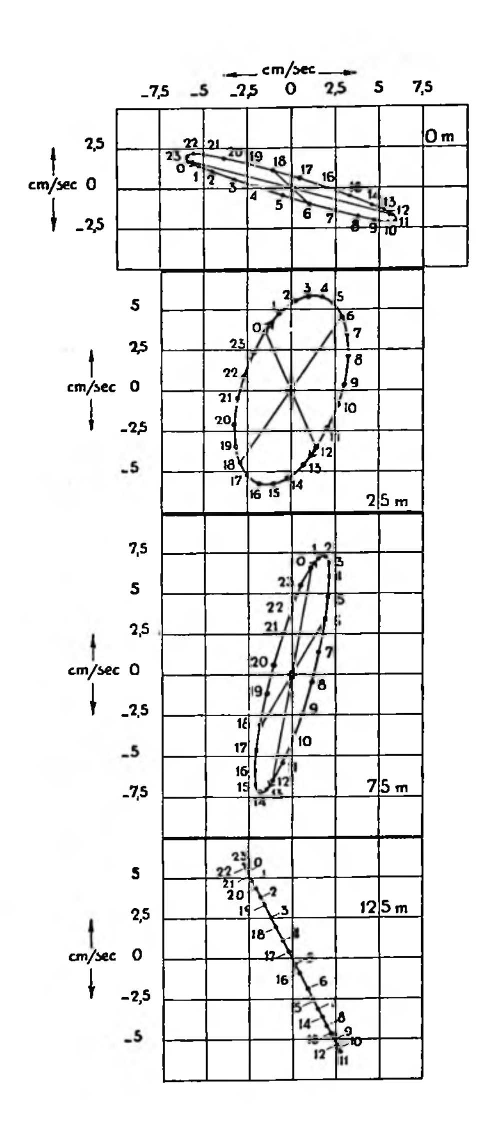
Strommessungen in der Tiefe. — In den Tiefen 25—75—125—175—300—600 und 1000 m, wurden mit Hilfe des Ekman-Repetierstrommessers Strombeobachtungen vorgenommen. Auch in 1500 und 2000 m wurde viermal Strom gemessen, welche Messungen aber für eine Konstantenbestimmung nicht ausreichen.

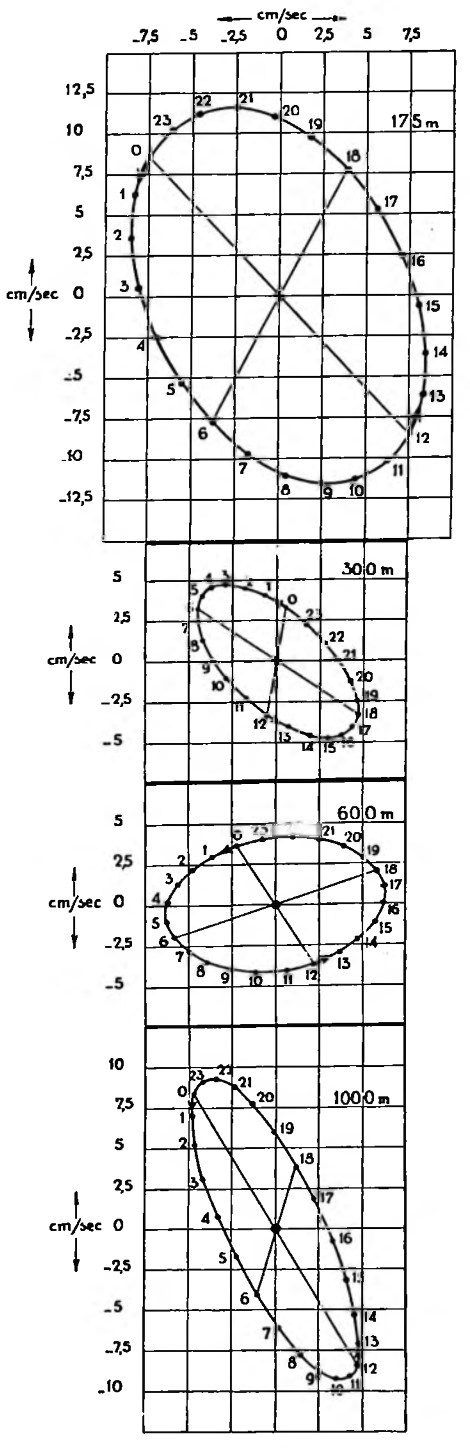
Die Tabelle 64 enthält die reduzierten Werte beider Komponenten, welche in Figuren 54 und 55 graphisch dargestellt sind. Die Beobachtungswerte in 1000 mTiefe sind mit derartig grossen Intervallen genommen (durchschnittlich 7 Stunden), dass ich durch die Beobachtungspunkte nur eine Kurve nach Augenmass legen konnte. Bei den Kurven der E-Komponente in 25 und 75 m Tiefe wurde die stetige Änderung der Werte ausgeschaltet.

Ganztägige Gezeit. — Der Amplitudenwert ist bei beiden Komponenten ziemlich gleich und erreicht sein Maximum in 175 m Tiefe. Der Phasenwert ist bei der N-Komponente regelmässig, ausgenommen in 25—75 und 300 m. Auch bei der E-Komponente ist die Phasenverteilung sehr gleichmässig, mit Ausnahme derjenigen von 25 bis 75 m.

Halbtägige Gezeit. — Die Amplitudenverteilung ist für beide Komponenten gleichmässig und von derselben Grössenordnung wie für die ganztägige Gezeit. Die Phasenwerte zeigen bei der E-Komponente eine allmähliche Verspätung bei zunehmender Tiefe; auch bei der N-Komponente ist die Verteilung regelmässig, ausgenommen in 125 und 175 m Tiefe.

Restwerte. — Nachdem aus den Amplituden- und Phasenwerten der ganz- und halbtägigen Gezeit die berechneten Kurven neben den beobachteten eingezeichnet worden waren, stellte es sich heraus, dass noch eine Restwelle mit erheblicher Amplitude vorhanden sein musste.





'Abb. 56. Stromfiguren der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 317*a*.

Nicht für alle Tiefen wurde dieselbe Periode gefunden. Zweifellos sind alle diese Restwellen die Folgen derselben Erscheinung.

Von den Restwellen in 7 Tiefen haben 5 eine Periode von 7.0 Uhr; nur in 25 m finden wir eine

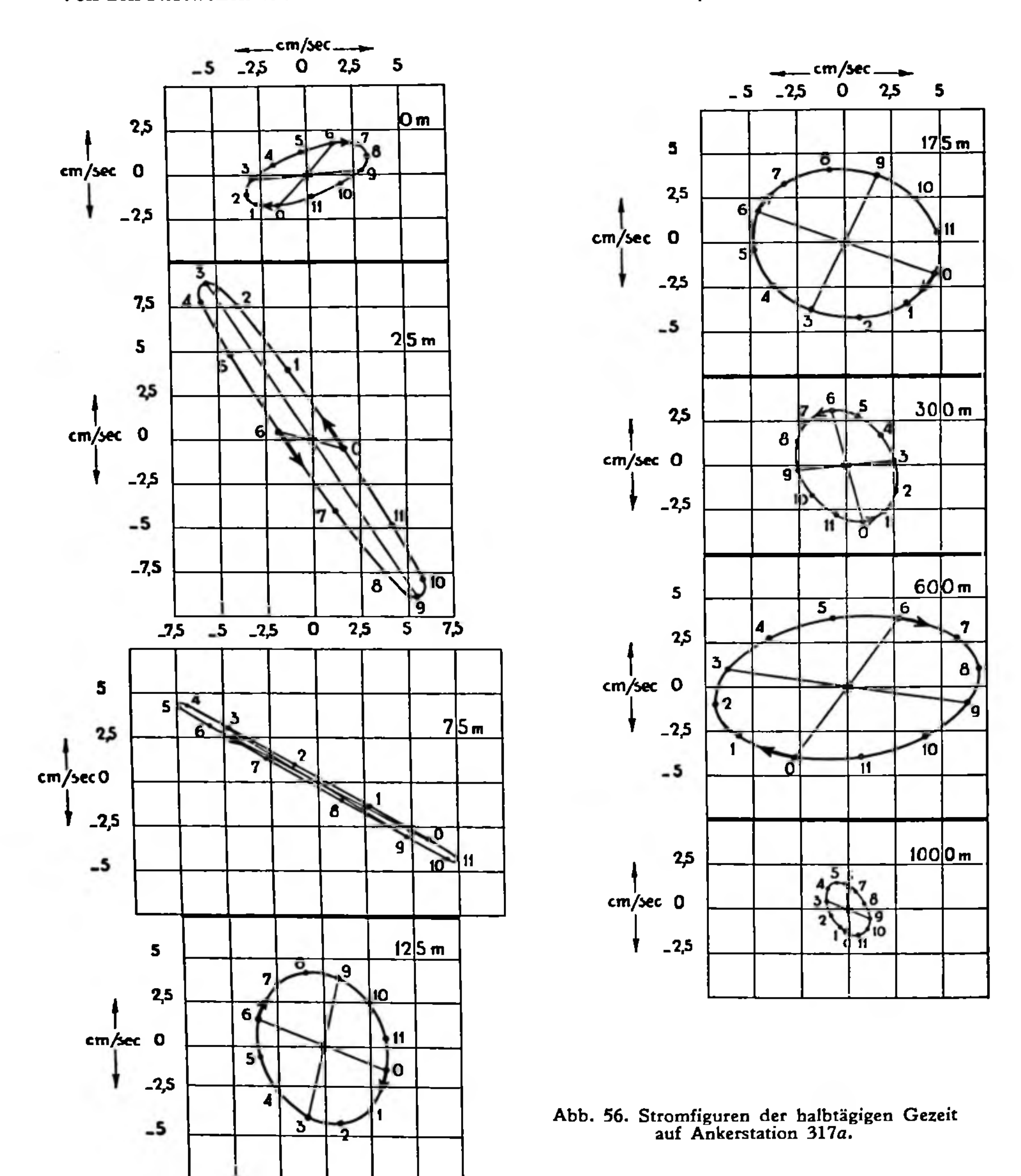


Abb. 56. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 317*a*.

5.7-stündige und in 125 m eine 6.8-stündige Periode. Die letztere kann bestimmt zu den 7-stündigen Perioden gezählt werden.

Die Perioden-, Amplituden- und Phasenwerte dieser Restwelle sind in Tabelle 65 verzeichnet.

Stromellipsen. — Figur 56 zeigt die Gezeitenstromellipsen für die ganz- und halbtägige Gezeit, wovon die Elemente in Tabelle 66 verzeichnet sind.

TABELLE 66. Gezeitenströme auf Ankerstation 317*a*.

Tiefe	Hauptrichtung	Gaschwindigkeit cm/sec	Phase Mondzeit	Verhältnis der kleinen zur grossen Achse.	Umlauf
			Ganztägige Gezeit		
0 1. Per.	N 66.4 W	6.9	0.2	0.681	cum sole
0 2. "	N 80.0 W	6.8	1.0	0.265	contra solem
0 1. u. 2. " zusammen	N 71.2 W	6.2	23.2	0.097	cum sole
25	N 16.5 E	6.0	3.9	0.466	contra solem
75	N 13.9 E	7.0	1.2	0.233	contra solem
125	N 26.6 W	6.4	22.7	0.000	alternierend
175	N 23.8 W	11.4	22.6	0.754	cum sole
300	N 43.6 W	5.9	4.7	0.458	cum sole
600	N 71.5 E	6.3	17.0	0.635	cum sole
1000	N 23.7 W	10.0	22.3	0.302	cum sole
			Halbtägige Gezeit		
0 1. Per.	N 50.9 W	7.0	5.9	0.514	contra solem
0 2. "	N 71.8 W	6.3	11.5	0.102	cum sole
0 1. u. 2. " zusammen	N 69.7 E	3.4	7.9	0.368	contra solem
25	N 32.8 W	10.5	3.3	0.124	cum sole
75	N 30.4 W	8.7	4.6	0.045	cum sole
125	N 18.5 W	4.4	7.7	0.773	contra solem
175	N 81.9 W	4.9	5.5	0.837	contra solem
300	N 30.9 W	3.3	6.7	0.727	cum sole
600	N 82.6 W	7.0	8.1	0.557	contra solem
1000	N 26.1 W	1.6	4.9	0.188	contra solem

Bei der 24-stündigen Welle sind die meisten Ellipsen NW orientiert, ausser denjenigen in 25, 75 und 600 m Tiefe. Der Umlaufsinn der ganztägigen Oberflächenstromellipse ist während der ersten Periode contra solem in Gegensatz zu der zweiten Periode, während welcher der Drehsinn entgegen dem Sinne des Uhrzeigers (cum sole) ist. Dieser Gegensatz wird durch die Phasendifferenz von 1/3 Periode zwischen beiden Beobachtungsperioden bei der Nordkomponente verursacht. Sämtliche Ellipsen verlaufen cum sole, ausser die in 25 und 75 m. In 125 m ist der Strom alternierend. Die maximalen Stärken für die verschiedenen Tiefen differieren wenig; nur in 175 m Tiefe erreicht die Stärke fast das Doppelte der anderen Tiefen.

Auch bei der halbtägigen Gezeit ist die Orientierung der meisten Ellipsen nach NW, ausgenommen für derjenige der Oberfläche. Die halbtägigen Oberflächenstromellipsen zeigen in den zwei aufeinanderfolgenden 24-stündigen Beobachtungsperioden einen entgegengesetzten Umlaufsinn, welcher in der Phasendifferenz, die bei beiden Stromkomponenten eine halbe Periode beträgt, seine Ursache findet. Der allgemeine Umlaufssinn der Stromellipsen ist contra solem, mit Ausnahme derjenigen in 25, 75 und 300 m Tiefe.

Reststrom. — Die Verteilung der Restströme (s. Abbildung 57 und Tabelle 67) ist einigermassen auffallend in den oberen Schichten: in 0—75 m ist der Reststrom gerade gegen Angelika Droogte gerichtet.

TABELLE 67. Restströme auf Ankerstation 317*a*.

Tiefe	Komponenten		Resultante	
	N + S —	E + W —	Richtung	Stärke cm/sec
0	+ 10,9	+ 4,0	N 22,5 E	15,0
25	+ 16,2	+ 6,2	N 22,0 E	17,0
75	+ 21,6	+ 17,5	N 39,0 E	27,5
125	+ 4,0	+ 42,0	N 84,5 E	42,0
175	+ 0,3	+ 42,9	E	43,0
300	+ 0,2	+ 28,5	N 89,5 E	28,8
600	— 8,8	+ 7,2	S 39,5 E	11,2
1000 [1])	+ 0,3	— 2,0	N 85,0 W	2,0
1500 [2])	— 0,3	+ 5,0	S 84,0 E	5,0
2000 [3])	— 3,0	— 1,3	S 26,5 W	3,0

[1]) Aus 6 Beobachtungen über 24 Stunden verteilt.
[2]) „ 4 „ „ 9 „ „
[3]) „ 4 „ „ 10 „ „

Wahrscheinlich hat der Oberflächenstrom zum Teil sein Entstehen den Winden zu verdanken; denn während der Verankerungszeit war der Strom nur 26° cum sole von der herrschenden Windrichtung abgelenkt.

Mit zunehmender Tiefe dreht sich der Reststrom contra solem, sodass in 125—175 m ein sehr starker Strom nach Osten angetroffen wurde.

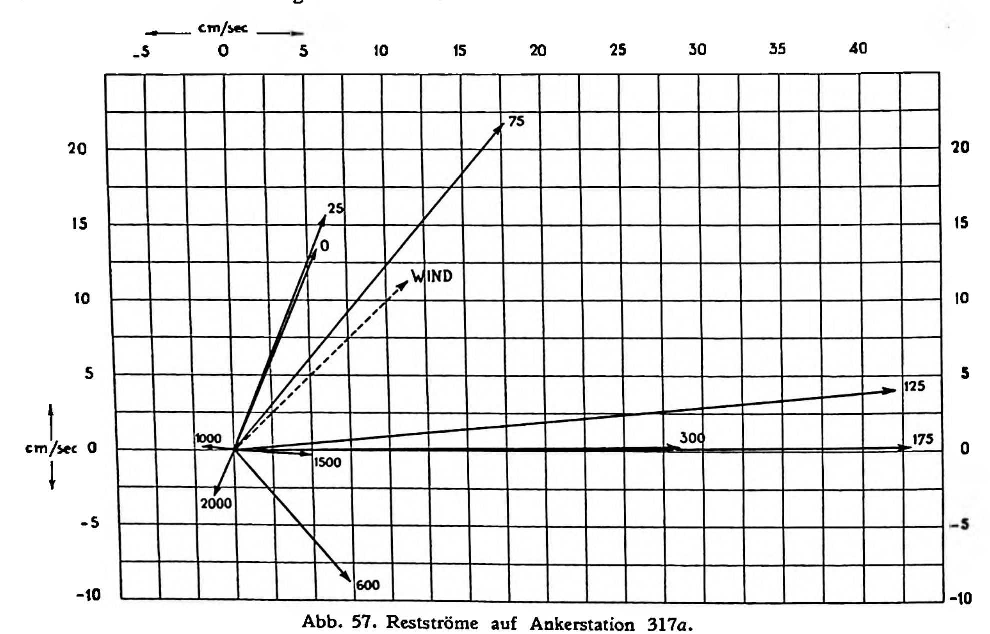


Abb. 57. Restströme auf Ankerstation 317*a*.

Die Restströme in 1500 und 2000 mTiefe sind aus 4 Messungen, welche sich über 9 bezw. 10 Stunden erstrecken, erhalten, und es kommt denselben deshalb weniger Wert zu. Im Allgemeinen ist die Hauptrichtung des Reststromes also vom Westen zum Osten; es gibt somit eine stetige Strömung vom Flores-Meer hinaus zum westlichen Teil des Banda-Meeres.

ANKERSTATION 354*a* [1]

Die Ankerstation 354*a* hat die Koordinaten $\varphi = 1° — 29.2$ S.Br. und $\lambda = 129° — 10.6$ Ö.L. Sie liegt zwischen den Inseln Obimajor und Misool, d.h. auf der Verbindung zwischen dem Halmaheira-Becken im gleichnamigen Meer und dem Boeroe-Becken im Boeroe- und Ceram-Meer. Die Tiefe an dieser Stelle ist 1348 m.

Die Verankerung wurde mit Hilfe von 1950 m Trosse von 18 h des 6. Oktober bis 5 h des 8. Oktober 1930 durchgeführt und dauerte im ganzen 35 Stunden.

Anfangs war die Verankerung recht gut; allerdings hat das Schiff zwischen 10 und 15 h des 7. Oktober stark in S.W. und N.E. Richtung getrieben.

Wind. — Die Schwankungen der Windrichtung (s. Tabelle 68) wurden graphisch in Abbildung 58 eingetragen, indem die eingetragenen 35 Beobachtungen gradlinig mit einander verbunden wurden. Die Beobachtungen verteilen sich gemäss der Windrichtung wie folgt:

Windstill	NzE	NNE	NEzN	NE	NEzE	ENE	EzN	E	EzS	ESE	SE	SEzS	S
5	1	1	1	1	1	1	1	13	1	3	4	1	1

Während der Beobachtungszeit wehte ein schwacher Wind. Die minimale und maximale Windstärke betrug 0.3 bezw. 2.7 m/sec. Die mittlere Windrichtung war Ost und die Stärke durchschnittlich 1.0 m/sec.

TABELLE 68. Schiffkurs, Wind- und Oberflächenstrombeobachtungen auf Ankerstation 354*a*.

Datum 1930	Zeit 129°10'6 Ö. L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des ☾ im Ort in Mondstunden	Tiefe in m	Azimut Anker	Dynamometer	Winkeltrosse	Kurs des Schiffes	Wind		Strom		Komponenten	
									Richtung	Stärke in m/sec	Richtung	Stärke in cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
6.10.	18.00	$9.^{23}$	18.6	1330	0	950	0°	NWzN	windstill		S	25.7	—25.7	0
	19.30	$10.^{53}$	20.1	1330	0	1000	0°	NzE	NzE	0.5	SzW	30.9	—30.3	— 5.9
	20.00	$11.^{23}$	20.6	1340	0	1100	0°	N	NNE	0.6	S	36.0	—36.0	0
	21.00	$12.^{23}$	21.5	1350	BB 8	1000	5°	N	E	2.2	S	61.7	—61.7	0
	22.00	$13.^{23}$	22.5	1350	BB 4	1350	15°	N	E	0.3	S	87.5	—87.5	0
	23.00	$14.^{23}$	23.5	1340	6 BB	1300	15°	N$^1/_2$W	E	1.6	SzE	87.5	—85.9	+16.7
7.10.	0.00	$15.^{23}$	0.4	1360	7 BB	1300	15°	N$^1/_2$W	E	1.8	S	66.9	—66.9	0
	1.00	$16.^{23}$	1.4	1360	6 BB	1200	12°	NNW	E	1.6	SSE	56.6	—52.4	+21.2
	2.00	$17.^{23}$	2.4	1360	4 BB	1000	8°	NzW	E	1.2	SSE	46.3	—43.0	+17.3
	3.00	$18.^{23}$	3.3	1355	7 BB	950	5°	N	E	2.7	S	36.0	—36.0	0
	4.00	$19.^{23}$	4.3	1355	8 BB	950	10°	NzE	E	1.6	SzW	30.9	—30.3	— 5.9

[1]) Zu allen Phasenwerten ist 0.3 Mondst. zu addieren.

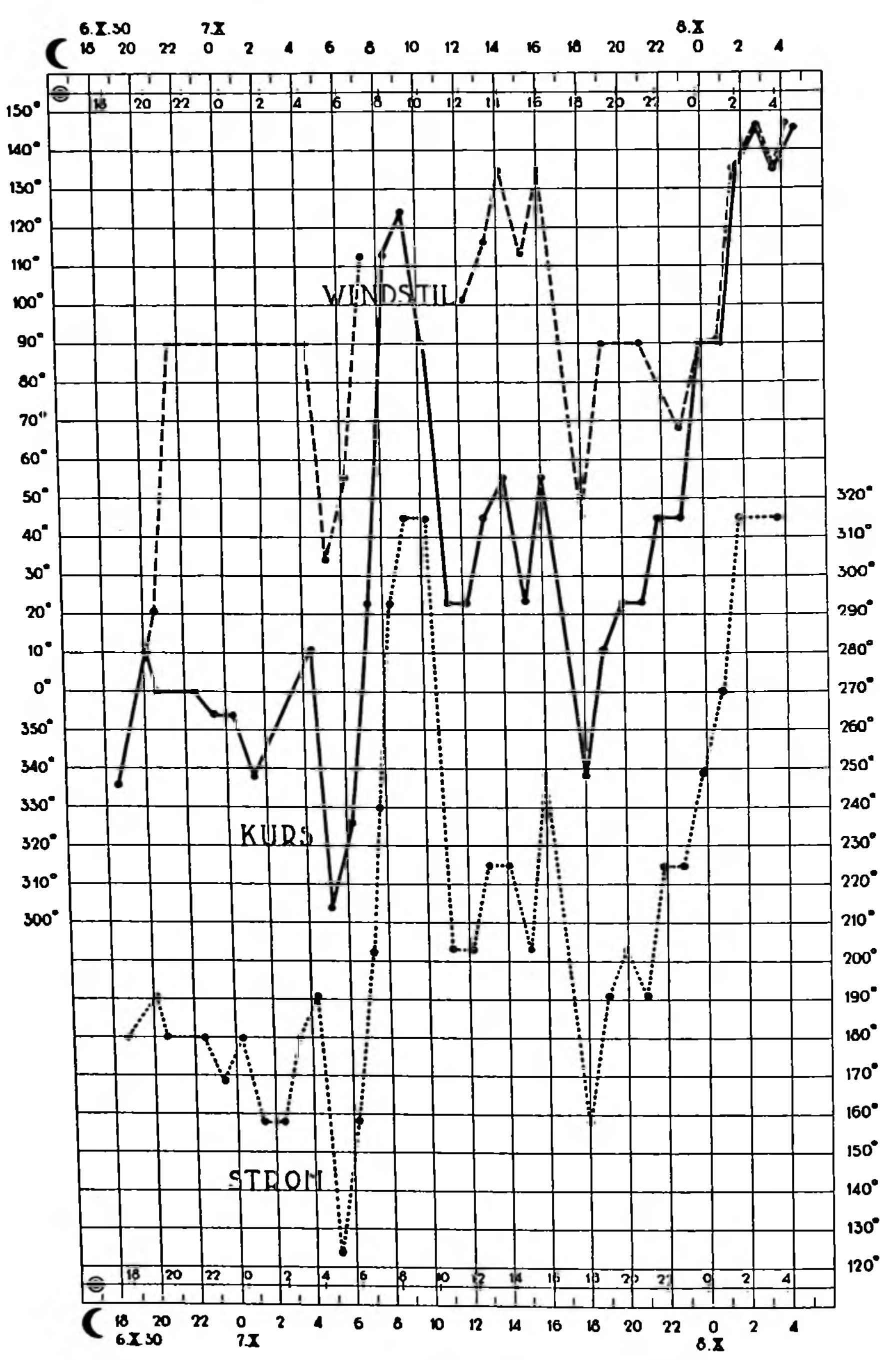


Abb. 58. Anliegender Schiffkurs, Wind- und Stromrichtung auf Ankerstation 354*a*.

Datum 1930	Zeit 129°10'6 Ö.L.	Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des ☾ im Ort in Mondstunden	Tiefe in m	Azimut Anker	Dynamometer	Winkeltrosse	Kurs des Schiffes	Wind		Strom		Komponenten	
									Richtung	Stärke in m/sec	Richtung	Stärke in cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
7.10.	5.00	$20.^{33}$	5.2	1360	0	900	0°	NWzW	NEzN	0.6	SEzE	41.2	—23.0	+34.2
	6.00	$21.^{33}$	6.2	1378	16 St.B.	850	5°	NWzN	NEzE	0.3	SSE	15.4	—14.3	+ 5.8
	7.00	$22.^{33}$	7.2	1350	0		0°	NNE	ESE	0.3	SSW	10.3	— 9.5	— 4.0
	8.00	$23.^{33}$	8.3	1320	0	900	0°	ESE	windstill		WNW	10.3	+ 4.0	— 9.5
	9.00	$0.^{33}$	9.2	1360	0	850	0°	SEzE	"	"	NW	5.1	+ 3.6	— 3.6
	10.00	$1.^{33}$	10.2	1360	0	850	0°	E	"	"	±NW	15.4	+10.9	—10.9
	11.00	$2.^{33}$	11.2	1360	0	880	2°	NNE	"	"	±SSW	30.9	—28.4	—12.1
	12.00	$3.^{33}$	12.2	1360	BB 5	1250	3°	NNE	EzS	0.5	SSW	46.3	—42.6	—18.1
	13.00	$4.^{33}$	13.1	1370	BB 1	1150	1°	NE	ESE	0.7	SW	25.7	—18.2	—18.2
	14.00	$5.^{33}$	14.1	1360	0	900	0°	NEzE	SE	0.8	SW	10.3	— 7.3	— 7.3
	15.00	$6.^{33}$	15.1	1360	BB 3	1150	1°	NNE	ESE	1.1	SSW	36.0	—33.1	—14.1
	16.00	$7.^{33}$	16.0	1350	BB 8	900	5°	NEzE	SE	0.7	WSW	30.9	—11.6	—28.6
	18.00	$9.^{33}$	18.0	1345	0	950	0°	NNW	NE	0.8	SSE	20.6	—19.1	+ 7.7
	19.00	$10.^{33}$	19.0	1350	BB 8	1000	5°	NzE	E	1.2	SzW	36.0	—35.3	— 6.9
	20.00	$11.^{33}$	19.9	1155	BB 4	1050	5°	NNE	E	0.9	SSW	51.4	—47.3	—20.1
	21.00	$12.^{33}$	20.9	1350	BB 3	±1000	5°	NNE	E	1.3	±SzW	46.3	—45.5	— 8.9
	22.00	$13.^{33}$	21.8	1350	BB 3	1000	10°	NE	EzN	1.6	SW	46.3	—32.7	—32.7
	23.00	$14.^{33}$	22.8	1340	BB 6	1000	5°	NE	ENE	2.0	SW	46.3	—32.7	—32.7
8.10.	0.00	$15.^{33}$	23.8	1355	BB 4	1200	2°	E	E	1.6	WSW	41.2	—15.5	—38.2
	1.00	$16.^{33}$	0.8	1350	—	1200	1°	E	E	1.1	W	25.7	0	—25.7
	2.00	$17.^{33}$	1.7	1335	—	1100	1°	SE	SE	0.8	NW	20.6	+14.6	—14.6
	3.00	$18.^{33}$	2.7	1325	—	1050	1°	SEzS	SEzS	0.5	NW	20.6	+14.6	—14.6
	4.00	$19.^{33}$	3.6	1315	0	900	0°	SE	SE	1.7	NW	4.0	+ 2.8	— 2.8
	5.00	$20.^{33}$	4.6	1310	0	1000	0°	SEzS	S	2.0	—	—	—	—

Kurs. — Der Schiffskurs schwankte stark von NWzW bis SEzS. Die Kursschwankungen sind in Abbildung 58 gleichzeitig mit den Schwankungen der Wind- und Stromrichtungen eingetragen. Dies wurde getan zwecks Feststellung, ob Wind oder Strom der ausschlaggebende Faktor für den Schiffskurs war. Im vorliegenden Falle stellte es sich heraus, dass es hauptsächlich der Strom war, der den Schiffskurs bestimmt hat. Abbildung 58 kann man entnehmen, dass der Unterschied zwischen Schiffskurs und Richtung des Oberflächenstromes fortwährend ca 185° beträgt, d.h. dass das Schiff auf dem Strom liegt. Dies stimmt ja auch, wenn man dem starken Strome und den schwankenden schwachen Winden Rechnung trägt.

Die scharfen Minima in der Kurve der Kursschwankungen deuten auf die Anwesenheit einer halbtägigen Welle, deren Phase 11.6 Mondstunden beträgt. Die Kursschwankungen würden dann annähernd nachstehender Gleichung folgen:

$$\text{Kurs rw} = 35° + 52° \cos \frac{2\pi}{12} (t - 11.6)$$

Würden die Kursschwankungen nur durch den halbtägigen Gezeitenstrom verursacht, so würde die Kursgleichung

$$\text{Kurs rw} = 35° + 10° \cos \frac{2\pi}{12} (t - 11.8) \text{ lauten.}$$

Strommessungen. — Die Richtung und die Kraft des Oberflächenstromes wurden jede Stunde mit Hilfe des Relingslogs gemessen. Diese Beobachtungen, sowie deren Reduktion in Komponenten, sind in Tabelle 68 zusammengefasst. Abbildungen 59 und 60 enthalten die graphische Darstellung der Schwankungen der N- und E-Komponenten. Nennenswert ist die sehr grosse Schwankung der N-Komponente. Die E-Komponente zeigt eine stetige starke Abnahme, deren Ausschaltung versucht wurde.

Ausser an der Oberfläche, wurden noch in 50—100—150—250—400 und 600 m Tiefe Strommessungen mit Hilfe des Ekman-Repetierstrommessers vorgenommen. Es wurde während 32

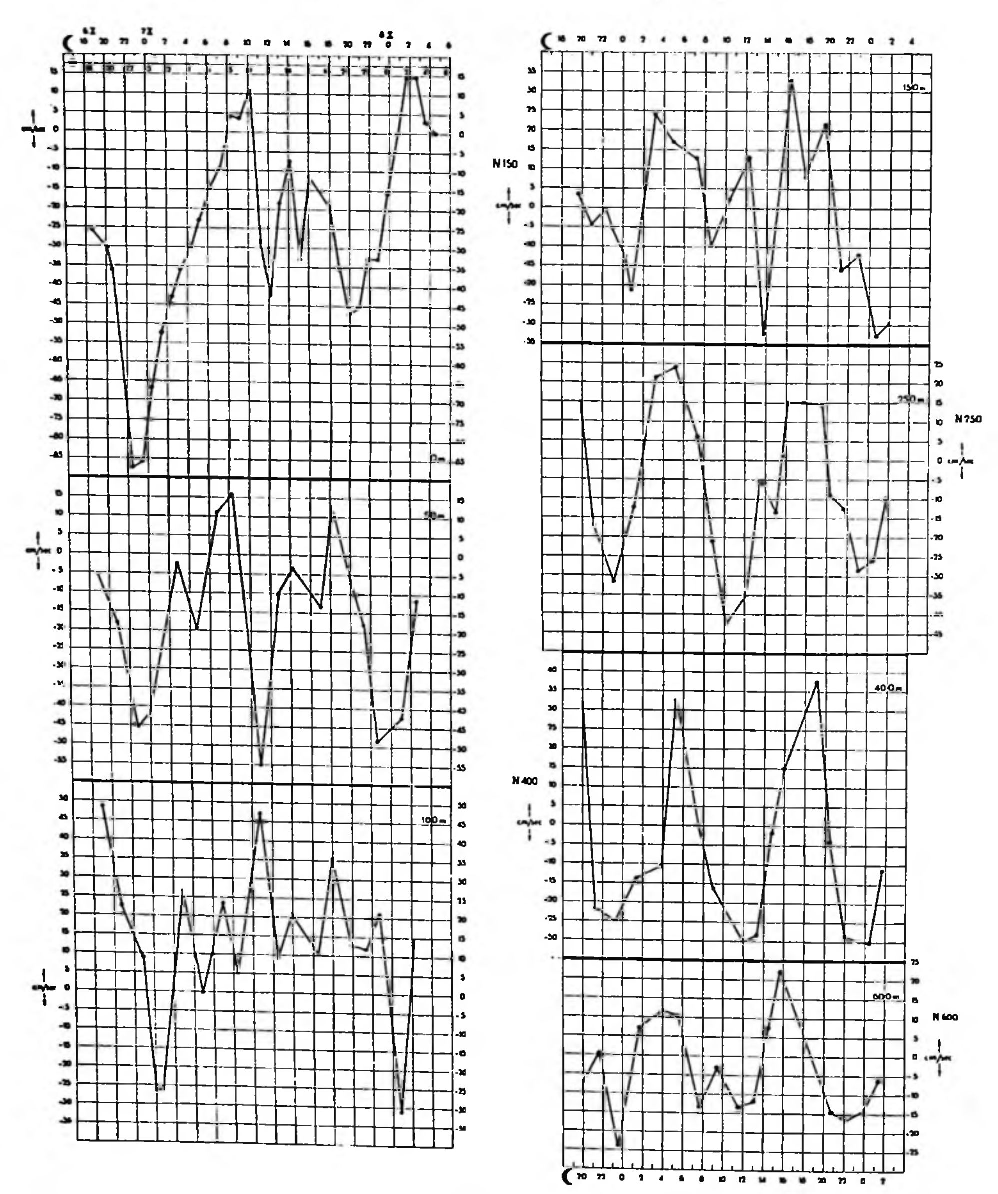


Abb. 59. Nordkomponente der Ströme auf Ankerstation 354*a* für die Oberfläche, 50—100—150—250—400 und 600 m Tiefe.

Stunden durchschnittlich in 1.7-stündigem Intervall gemessen. Von 25, 800 und 1000 m Tiefe liegen nur vereinzelte Messungen vor, welche für die Feststellung der Elemente nicht genügen, für die ungefähre Ermittlung des Reststromes jedoch hinreichen dürften.

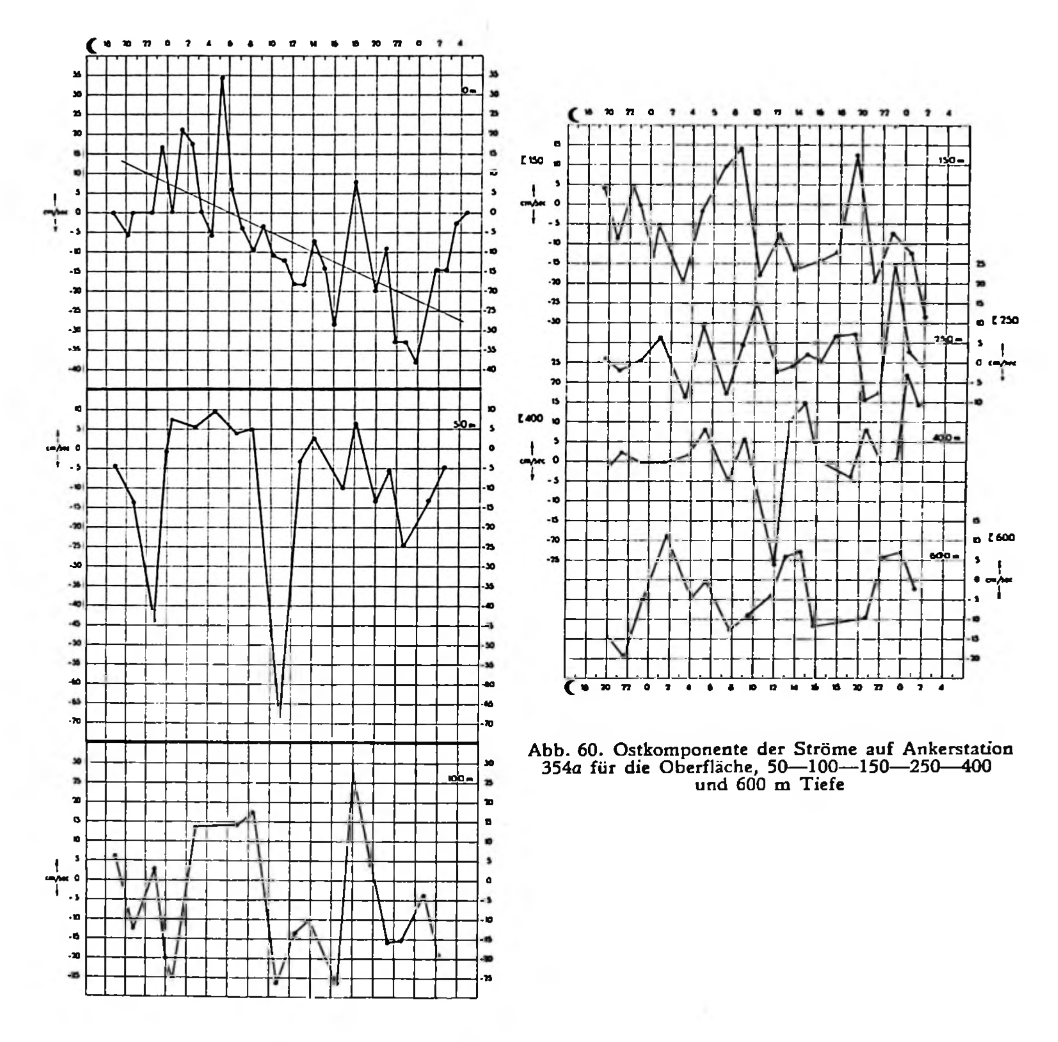


Abb. 60. Ostkomponente der Ströme auf Ankerstation 354*a* für die Oberfläche, 50—100—150—250—400 und 600 m Tiefe

Tabelle 69 enthält die bereits in Komponenten zerlegten Beobachtungswerte, welche in Abbildungen 59 und 60 graphisch eingetragen sind.

TABELLE 69. Strommessungen in 25, 50 und 100 m Tiefe auf Ankerstation 354*a*.

Datum 1930	Zeit 129°.10′ Ö.L.	Zeit Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Strom Richtung rw	Strom Stärke cm/sec	Komponenten N + S — cm/sec	Komponenten E + W — cm/sec
			25 m				
6.10.	19.58	11.21	20.5	174	41.0	—40.8	+ 4.3
7.10.	4.08	19.31	4.4	184	21.5	—21.4	— 1.5
	10.50	2.13	11.1	164	9.9	— 9.5	+ 2.8
	15.15	6.38	15.3	174	28.1	—27.9	+ 2.9
	21.13	12.36	21.1	181	38.2	—38.2	— 0.7
			50 m				
6.10.	18.13	9.36	18.8	214	7.6	— 5.4	— 4.2
	20.05	11.28	20.7	217	22.5	—18.0	—13.5
	22.15	13.38	22.7	224	63.3	—45.5	—44.0
	23.27	14.50	23.9	181	41.7	—41.7	— 0.7
7.10.	0.01	15.24	0.5	167	34.0	—33.1	+ 7.6
	2.19	17.42	2.7	114	5.9	— 2.4	+ 5.4
	4.18	19.41	4.6	154	21.6	—19.4	+ 9.4
	6.32	21.55	6.7	19	11.8	+ 11.1	+ 3.9
	7.54	23.17	8.2	17	16.5	+ 15.8	+ 4.9
	10.38	2.01	10.9	231	87.8	—55.3	—68.2
	12.29	3.52	12.7	197	10.6	—10.1	— 3.1
	13.57	5.20	14.1	139	4.3	— 3.2	+ 2.8
	16.51	8.14	16.9	217	16.8	—13.4	—10.1
	18.11	9.34	18.1	27	14.4	+ 12.9	+ 6.6
	20.04	11.27	20.0	241	15.1	— 7.3	—13.2
	21.22	12.45	21.2	197	18.9	—18.1	— 5.6
	22.45	14.08	22.6	207	54.3	—48.4	—24.7
8.10.	1.12	16.35	1.0	197	44.1	—42.2	—12.9
	2.47	18.10	2.5	201	12.6	—11.7	— 4.5
			100 m				
6.10.	18.22	9.45	19.0	7	49.0	+ 48.6	+ 6.0
	20.13	11.36	20.8	331	25.9	+ 22.6	—12.6
	22.24	13.47	22.9	19	9.4	+ 8.9	+ 3.1
	23.36	14.59	0.0	217	33.1	—26.5	—20.0
7.10.	0.10	15.33	0.6	224	36.4	—26.2	—25.3
	2.34	17.57	2.9	27	30.1	+ 26.8	+ 13.7
	4.28	19.51	4.8	91	14.1	— 0.2	+ 14.1
	6.42	22.05	6.9	31	27.7	+ 23.7	+ 14.3
	8.03	23.26	8.4	74	18.2	+ 5.0	+ 17.5
	10.25	1.48	10.7	331	54.1	+ 47.3	—26.2
	12.18	3.41	12.5	304	16.2	+ 9.0	—13.5
	13.46	5.09	13.9	334	23.1	+ 20.8	—10.1
	16.29	7.52	16.5	291	28.4	+ 10.2	—26.5
	18.00	9.23	18.0	37	44.6	+ 35.6	+ 26.9
	19.53	11.16	19.8	17	13.5	+ 12.9	+ 4.0
	21.31	12.54	21.4	307	19.7	+ 11.8	—15.8
	22.54	14.17	22.7	324	26.0	+ 21.0	—15.3
8.10.	1.03	16.26	0.8	187	31.3	—31.1	— 3.8
	2.28	17.51	2.2	307	23.8	+ 14.3	—19.0

TABELLE 69. Strommessungen in 150 und 250 m Tiefe auf Ankerstation 354*a*.

Datum 1930	Zeit 129°.10′ Ö.L.	Zeit Greenwich Zeit	Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden.	Strom Richtung rw	Strom Stärke cm/sec	Komponenten N + S — cm/sec	Komponenten E + W — cm/sec
			150 m				
6.10.	18.58	10.21	19.6	51	5.5	+ 3.4	+ 4.3
	20.22	11.45	20.9	244	9.7	— 4.2	— 8.7
	21.51	13.14	22.3	94	4.6	— 0.3	+ 4.6
	22.32	13.55	23.0	184	5.2	— 5.2	— 0.3
	23.45	15.08	0.2	227	18.2	— 12.4	— 13.3
7.10.	0.21	15.44	0.8	194	21.9	— 21.2	— 5.3
	2.47	18.10	3.1	321	31.3	+ 24.3	— 19.7
	4.38	20.01	4.9	354	17.1	+ 17.0	— 1.8
	6.57	22.20	7.2	37	16.2	+ 13.0	+ 9.7
	8.18	23.41	8.6	124	17.3	— 9.7	+ 14.3
	10.11	1.34	10.4	277	18.1	+ 2.2	— 18.0
	12.04	3.27	12.3	331	15.0	+ 13.1	— 7.3
	13.33	4.56	13.7	207	36.1	— 32.2	— 16.4
	16.18	7.41	16.3	337	35.5	+ 32.7	— 13.9
	17.49	9.12	17.7	304	14.4	+ 8.1	— 11.9
	19.42	11.05	19.6	37	20.9	+ 16.7	+ 12.6
	21.42	13.05	21.2	231	25.3	— 15.9	— 19.6
	23.04	14.27	22.9	211	13.9	— 11.9	— 7.2
8.10.	0.54	16.17	0.7	201	35.1	— 32.8	— 12.6
	2.18	17.41	2.0	224	40.8	— 29.4	— 28.4
			250 m				
6.10.	19.10	10.38	19.8	4	14.8	+ 14.8	+ 1.0
	20.31	11.54	21.1	187	17.3	— 17.2	— 2.1
	22.38	14.01	23.1	179	31.8	— 31.8	+ 0.6
7.10.	0.37	16.00	1.0	154	14.7	— 13.3	+ 6.5
	3.01	18.24	3.3	337	23.0	+ 21.3	— 9.0
	4.50	20.13	5.1	21	25.7	+ 24.0	+ 9.2
	7.07	22.30	7.3	307	9.9	+ 5.9	— 7.9
	8.30	23.53	8.8	167	21.6	— 21.0	+ 4.8
	9.56	1.19	10.2	161	45.3	— 42.6	+ 14.7
	11.56	3.19	12.1	184	35.2	— 35.1	— 2.4
	13.19	4.42	13.5	189	5.3	— 5.2	— 0.8
	14.53	6.16	15.0	171	13.6	— 13.4	+ 2.1
	16.07	7.30	16.2	1	15.0	+ 15.0	+ 0.3
	17.37	9.00	17.6	24	16.4	+ 15.0	+ 6.7
	19.31	10.54	19.5	27	16.0	+ 14.3	+ 7.3
	20.25	11.48	20.3	227	13.0	— 8.9	— 9.5
	21.52	13.15	21.7	211	14.8	— 12.7	— 7.6
	23.18	14.41	23.1	139	37.9	— 28.6	+ 24.9
8.10.	0.43	16.06	0.5	174	26.0	— 25.9	+ 2.7
	2.01	17.24	1.7	184	9.6	— 9.6	— 0.6

TABELLE 69. Strommessungen in 400, 600, 800 und 1000 m Tiefe auf Ankerstation 354*a*.

Datum 1930	Zeit		Seit oberem Meridiandurchgang des Mondes im Ort in Mondstunden	Strom		Komponenten	
	129°.10′ Ö.L.	Greenwich Zeit		Richtung rw	Stärke cm/sec	N + S — cm/sec	E + W — cm/sec
			400 m				
6.10.	19.23	10.46	20.0	357	31.6	+31.6	— 1.7
	20.49	12.12	21.3	174	21.9	—21.8	+ 2.3
	22.51	14.14	23.3	181	24.9	—24.9	— 0.4
7.10.	0.56	16.19	1.3	181	13.8	—13.8	— 0.2
	3.20	18.43	3.7	171	10.9	—10.8	+ 1.7
	5.02	20.25	5.3	14	33.4	+32.4	+ 8.1
	7.18	22.41	7.5	274	4.9	+ 0.3	— 4.9
	8.45	0.08	9.0	161	17.2	—16.3	+ 5.6
	11.40	3.03	11.9	221	39.9	—30.1	—26.2
	13.06	4.29	13.3	161	29.9	—28.3	+ 9.8
	14.40	6.03	14.8	97	14.8	— 1.8	+14.7
	15.55	7.18	16.0	1	15.1	+15.1	+ 0.3
	19.09	10.32	19.1	354	37.8	+37.6	— 4.0
	20.37	12.00	20.5	117	9.1	— 4.1	+ 8.1
	22.07	13.30	22.0	181	28.4	—28.4	— 0.5
	23.36	14.59	23.4	179	29.8	—29.8	+ 0.5
8.10.	0.30	15.53	0.3	144	37.5	—30.3	+22.0
	1.48	17.11	1.5	141	14.8	—11.5	+ 9.3
			600 m				
6.10.	19.35	10.58	20.1	244	16.0	— 7.0	—14.4
	21.01	12.24	21.6	271	19.4	+ 0.3	—19.4
	23.05	14.28	23.5	191	24.4	—24.0	— 4.7
7.10.	1.18	16.41	1.7	57	13.2	+ 7.2	+11.1
	3.39	19.02	4.0	337	12.7	+11.7	— 5.0
	5.16	20.39	5.5	357	10.6	+10.6	— 0.6
	7.30	22.53	7.7	224	18.5	—13.4	—12.8
	9.04	0.27	9.4	251	9.4	— 3.1	— 8.9
	11.23	2.46	11.6	197	14.2	—13.6	— 4.2
	12.48	4.11	13.0	154	13.3	—12.0	+ 5.8
	14.25	5.48	14.5	44	10.6	+ 7.6	+ 7.3
	15.37	7.00	15.7	334	24.7	+22.2	—11.9
	20.50	12.13	20.7	214	17.4	—14.4	— 9.7
	22.21	13.44	22.2	161	17.7	—16.7	+ 5.8
8.10.	0.15	15.38	0.0	154	15.7	—14.1	+ 6.9
	1.33	16.56	1.3	199	6.5	— 6.2	— 2.2
			800 m				
7.10.	1.41	17.04	2.0	104	13.3	— 3.2	+12.9
	5.31	20.54	5.8	171	3.3	— 3.3	+ 0.5
			1000 m				
6.10.	21.21	12.44	21.9	319	15.3	+11.5	—10.0
7.10.	9.25	0.48	9.7	277	13.9	+ 1.7	—13.8

Die Ergebnisse der harmonischen Analyse, welche in Tabelle 70 verzeichnet sind, zeigen deutlich, dass die Amplitude der Nordkomponente fast in sämtlichen Tiefen bedeutend grösser ist als diejenige der Ostkomponente.

TABBELLE 70. Ergebnisse der harmonischen Analyse auf Ankerstation 354*a*.

	Tiefe	Reststrom	Ganztägige Welle		Halbtägige Welle		Restwelle		
			Amplitude in cm/sec	Phase in Mondstunden	Amplitude in cm/sec	Phase in Mondstunden	Periode	Amplitude in cm/sec	Phase in Mondstunden [1]
N	0 m	—30.7	27.4	11.0	18.2	6.0	6.1	8.5	2.4
	50 m	—14.5	5.4	10.6	18.5	5.6	6.0	7.4	2.0
	100 m	+ 15.3	11.4	13.6	8.7	7.5	5.2	5.7	1.3
	150 m	+ 6.2	3.4	16.2	10.9	5.4	6.5	7.7	3.0
	250 m	— 5.4	7.7	0.4	26.4	5.1	5.2	5.0	2.8
	400 m	— 4.2	6.1	19.3	25.8	5.8	5.5	6.4	0.2
	600 m	— 0.9	1.2	18.4	12.8	4.4	6.1	7.6	2.4
E	0 m	12,5—1,25 t [2]	6.8	5.3	6.4	4.6	6.0	6.5	5.0
	50 m	— 9.0	8.4	1.8	19.6	4.4	6.0	8.9	2.1
	100 m	— 2.4	8.8	4.0	14.2	6.4	5.2	6.8	3.1
	150 m	— 6.1	3.9	4.8	9.5	8.0	6.5	5.6	0.8
	250 m	+ 1.9	1.3	13.8	1.3	9.2	5.2	6.3	3.6
	400 m	— 0.2	2.3	23.3	4.5	4.5	5.5	6.2	0.5
	600 m	— 5.5	3.4	6.6	8.7	2.0			

Nordkomponente. — An der Oberfläche ist die ganztägige Welle überwiegend, aber ab 50 m Tiefe tritt dieselbe zu Gunsten der halbtägigen Welle zurück. Besonders hervorzuheben ist die grosse Amplitude der halbtägigen Zeit in 250 und 400 m Tiefe.

Die Phasen zeigen bei der ganztägigen Zeit die übliche Verspätung bei zunehmender Tiefe, während bei der 12-stündigen Welle eine gleichförmige Phasenverteilung vorherrscht.

Ostkomponente. — Hier ist gleichfalls die halbtägige Welle massgebend, besonders in 50 und 100 m Tiefe. Zwischen 150 und 250 m Tiefe verspätet sich die Phase der ganztägigen Welle um 9 Stunden, während die Phasenverspätung zwischen 250 und 400 m Tiefe 9.5 Mondstunden beträgt.

Bei Vergleich der aus den Elementen der ganz- und halbtägigen Zeit berechneten Kurven, und denen, welche aus den Beobachtungen hervorgehen, stellte sich die Anwesenheit einer wesentlichen Restwelle heraus.

Restwelle. — In Tabelle 70 sind die Perioden-Amplituden- und Phasenwerte der Restwelle verzeichnet. Die Perioden dieser Restwellen sind nicht die gleichen für jede Tiefe. Im Durchschnitt beträgt die Periode 6 Stunden; für jede Tiefe und jede Komponente ist in der Tabelle die genau ermittelte Periode angegeben.

Die Amplituden dieser Restwellen sind meistens von nicht zu vernachlässigender Grösse.

Stromfiguren. — In Abbildung 61 sind die Stromfiguren der ganz- und halbtägigen Gezeit wiedergegeben, während Tabelle 71 die wichtigsten Elemente dieser Figuren umfasst.

[1]) Die Phasen sind bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort um 14^{40}. Gr. Zeit des 6 Oktober 1930.

[2]) Ab 12 Uhr ☾.

TABELLE 71. Gezeitenströme auf Ankerstation 354*a*.

Tiefe	Haupt-richtung	Geschwin-digkeit in cm/sec	Phase in Mondstunden	Verhältniss der kleinen zur grossen Achse	Umlauf
			Ganztägige Gezeit		
0 m	N 12 E	27.4	11.0	0.247	cum sole
50 m	N 62.1 W	9.3	13.0	0.365	cum sole
100 m	N 36 W	13.8	14.4	0.312	cum sole
150 m	N 49.2 E	5.1	5.4	0.176	cum sole
250 m	N 9 W	7.8	0.7	0.051	cum sole
400 m	N 12.5 E	6.2	19.6	0.306	contra solem
600 m	N 71 W	3.8	18.5	0.033	cum sole
			Halbtägige Gezeit		
0 m	N 15.4 E	18.7	5.8	0.251	cum sole
50 m	N 47 E	25.6	5.0	0.324	cum sole
100 m	N 60.6 E	16.4	6.7	0.170	cum sole
150 m	N 28.2 E	11.4	6.1	0.780	contra solem
250 m	N 1.8 W	26.4	5.1	0.049	contra solem
400 m	N 7.8 E	26.0	5.7	0.127	cum sole
600 m	N 19 E	13.2	4.0	0.606	cum sole

Ganztägige Gezeit. — Die Orientierungen der Ellipsen laufen sehr auseinander. An der Oberfläche ist die Ellipse Nord-Süd orientiert. In 50 m Tiefe ist die Hauptrichtung N 62 W, während in 100 m Tiefe diese Hauptrichtung zurückdreht bis N 36 W. In 150 m Tiefe liegt die Hauptachse in NE Richtung. Zu erwähnen ist noch, dass deutlichkeitshalber ab 150 m Tiefe die Skala das Doppelte ist von den Ellipsen in den höheren Schichten. Die Phasen zeigen sehr gut die bei zunehmender Tiefe zu erwartende Verspätung. Die Phase in 150 m Tiefe bildet eine Ausnahme. Die Amplitude hat ein sekundäres Maximum in 100 m Tiefe.

Halbtägige Gezeit. — Die Orientierung der halbtägigen Gezeitenstromellipsen ist fast durchwegs in allen Tiefen NE. Maximalamplituden werden in 50 und 250 m Tiefe vorgefunden. Zu beachten ist noch die gute Übereinstimmung der Phasenwerte in sämtlichen Tiefen. Von den 14 Stromellipsen verlaufen 11 cum sole und 3 contra solem.

Reststrom. — Die Elemente des Reststromes sind in nachstehender Tabelle 72 enthalten.

TABELLE 72. Restströme auf Ankerstation 354*a*.

Tiefe	Komponenten		Resultante	
	N + S —	E + W —	Richtung	Stärke cm/sec
0	—30,7	— 2,5	S 5 W	31,0
25 [1])	—27,8	+ 1,5	S 3 E	27,5
50	—14,5	— 9.0	S 31 W	17,0
100	+ 15,3	— 2,4	N 9 W	15,5
150	+ 6,2	— 6,1	N 44 W	9,0
250	— 5,4	+ 1,9	S 20 E	5,5
400	— 4,2	— 0,2	S 2 W	4,5
600	— 0,9	— 5,5	S 81 W	5,5
800 [1])	(— 3,3	+ 6,7	S 64 E	7,5) [2])
1000 [2])	(+ 6,6	—11,9	N 61 W	13,5) [3])

[1]) Aus 5 Beobachtungen.
[2]) Aus 2 Beobachtungen.
[3]) Aus 2 Beobachtungen.

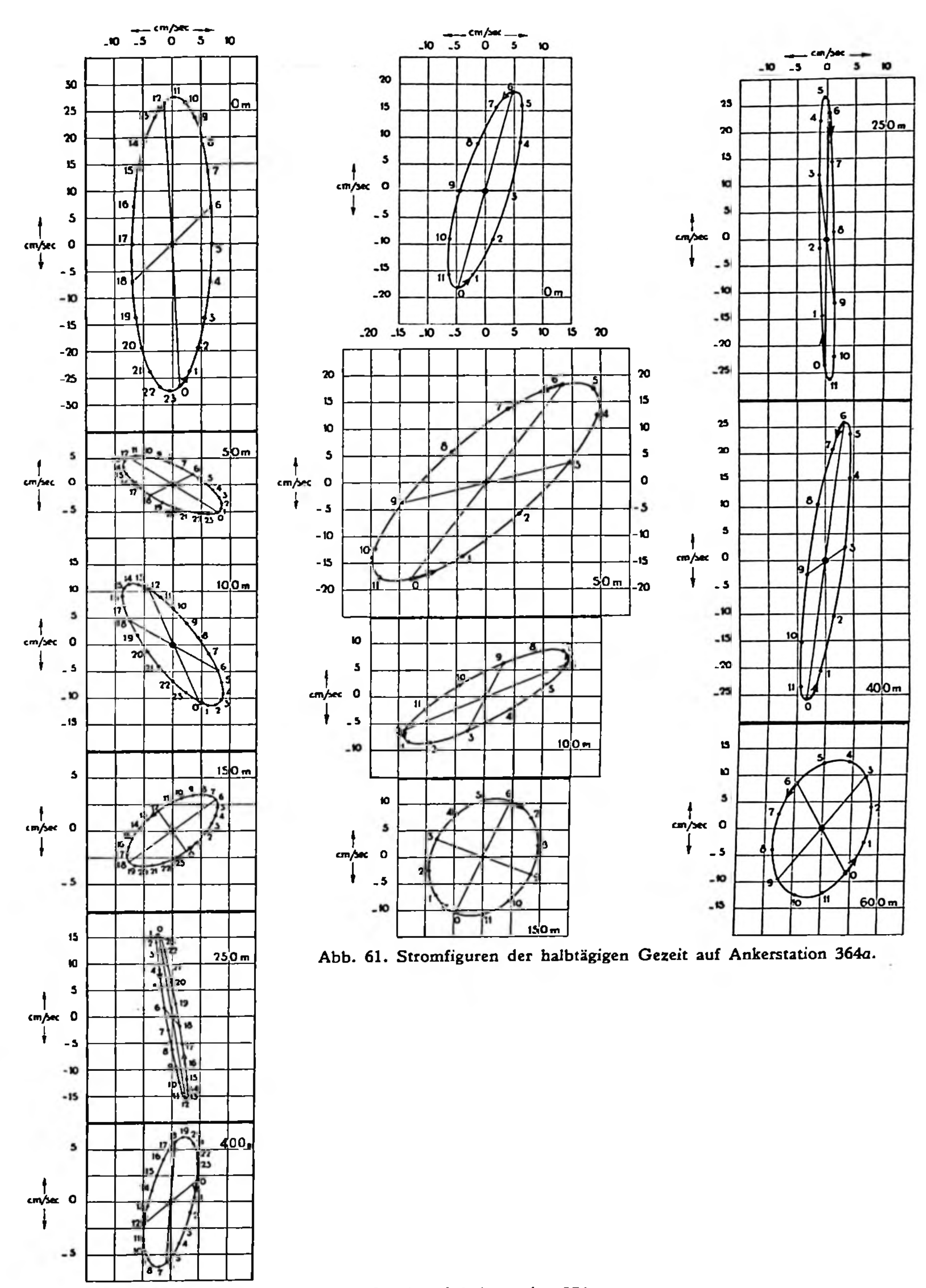


Abb. 61. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 364*a*.

Abb. 61. Stromfiguren der ganztägigen Gezeit auf Ankerstation 354*a*.

Mit Ausnahme von 100—800 und 1000 m verlaufen in sämtlichen Tiefen die Restströme mit einer starken Südkomponente. Den Reststrom in 800 und 1000 m Tiefe möchte ich nur unter allem Vorbehalt erwähnen, da für beide Tiefen die Reststromwerte bloss aus zwei Messungen bestimmt werden.

Die Verteilung der Restströme auf Station 354*a* zeigt das Einfliessen des pazifischen Wassers ins Ceram-Meer (s. Abbildung 62); allerdings ist in 100 m Tiefe der Reststrom N 20 W gerichtet,

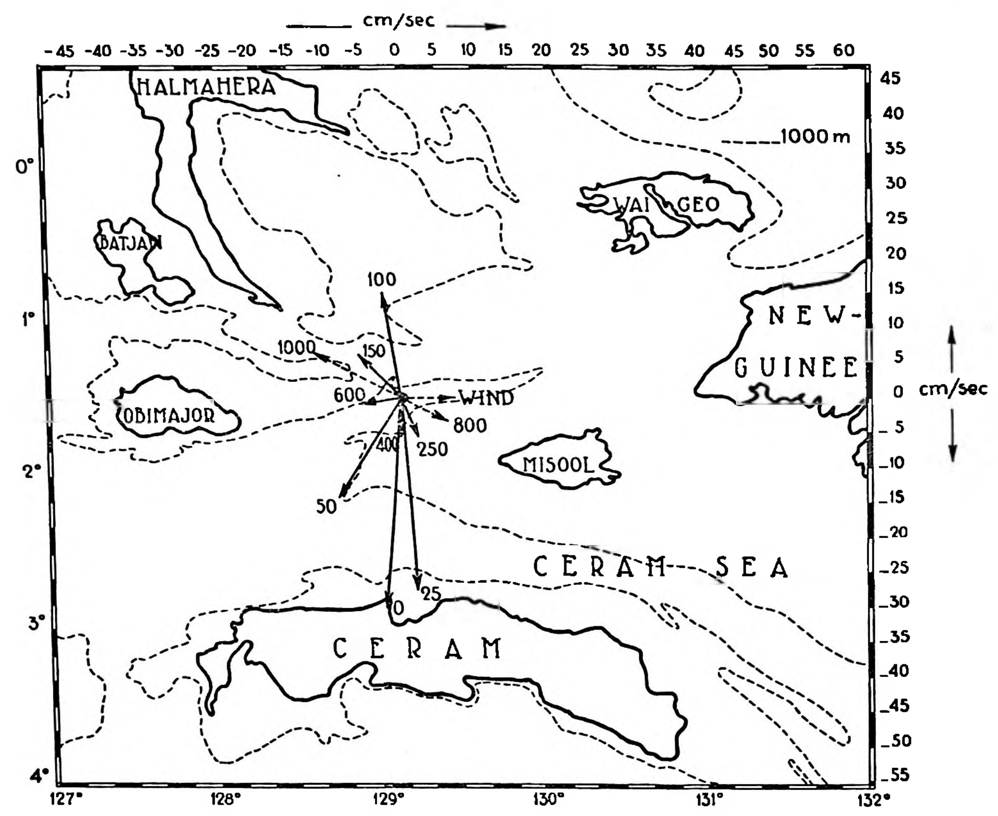


Abb. 62. Restströme und Situationskarte mit Tiefenlinien auf Ankerstation 354*a*.

d.h. das Wasser fliesst aus dem Ceram-Meer in der Richtung der Obistrasse zurück. Ein Vergleich zwischen den Restströmen der Ankerstationen 253*a* und 354*a* liegt nahe, weil beide Stationen, bloss durch die Insel Obi von einander getrennt, auf den Verbindungswegen liegen, welche den Pazifischen Ozean mit dem Ceram-Meer verbinden. Aus diesen Vergleichen ergibt sich das überraschende Resultat, dass in der oberen Schicht (0 bis 50 m) pazifisches Wasser durch das Halmaheira-Meer nach dem Ceram-Meer strömt. Anstatt seinen südlichen Kurs beizubehalten, schwankt dieses obere Wasser zurück durch die Lifamatolastrasse nach dem Molukken-Meer.

ANKERSTATION 364*a*

Die Ankerstation 364*a* liegt bei $\varphi = 6°26.9$ S.Br. und $\lambda = 131°30.5$ Ö.L., zwischen den Inseln Maloe der Tanimbar-Insel-Gruppe und Tajandoe der Kai-Insel-Gruppe. Sie liegt in der, das Arafoera-Meer und Banda-Meer verbindenden, Strasse auf dem östlichen Rand des Webertiefs. Dieser Rand ist äusserst steil, weil der Boden sich auf einer Strecke von 15 km um 3000 m senkt. Geankert wurde vom 23. Oktober 1930 12 h Ortszeit bis zum 24. Oktober 1930 12 h in 4513 m Tiefe, also rund 24 Stunden. Die Verankerung war recht gut. Aus der Schiffsposition (Tabelle 79) kann man ableiten, dass das Schiff von 14 h bis 18.30 h am 23. Oktober mit einer mittleren Geschwindigkeit von 5 cm pro Sekunde in der N 45 W Richtung getrieben hat. Ab 18.30 h des 23.ten Oktober hat das Schiff bis 12 h des 24.X seine Verankerungslage in die N 51 W Richtung, mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1.6 cm pro sek. geändert. Die stündlichen Beobachtungen ergaben (s. Tabelle 73), dass während der Verankerungszeit die Windrichtung von SE bis SEzS schwankte und zwar teilten sich die Beobachtungen folgendermassen auf:

E	EzS	ESE	SEzE	SE	SEzS
1	5	10	3	4	1

75 % der Windrichtung-Beobachtungen fielen in ein Feld von 23°. Auch die Windstärke variierte wenig und zwar mit einer Minimalstärke von 4 m pro Sekunde bis zu einem Maximum von 7.3 m pro Sekunde. Die mittlere Windrichtung (116°) war ESE und die mittlere Stärke 5.6 m pro Sekunde.

TABELLE 73. Schiffkurs, Wind- und Oberflächenstrombeobachtungen auf Ankerstation 364*a*.
6°.26.9 S.Br. 131°30.5 O.L.

Datum 1930	Zeit 131°.5 Östliche Länge	Zeit in 0°	Seit oberem Meridian-durchgang des Mondes im Ort in Mondst.	Tiefe in m	Azimut Anker	Dynamo-meter	Winkeltrosse	Kurs d. Schiffes	Wind		Strom		Kompo-nenten	
									Rich-tung	Stärke in m/sec	Rich-tung	Stärke in cm/sec	N + S −	E + W −
23.10.	12.00	$3.^{14}$	23.3	4339	0		5°	SEzE	SEzE	5.5	NWzW	25.7	+14.3	—21.3
	13.00	$4.^{14}$	0.3	4349	0	3700	5°	ESE	SE	6.0	WNW	30.9	+12.1	—28.4
	14.00	$5.^{14}$	1.2	4458	2 BB	4000	5°	E	SE	6.1	W	46.3	0	—46.3
	15.00	$6.^{14}$	2.2	4408	0	4000	5°	ESE	SE	6.8	WNW	46.3	+18.1	—42.6
	16.00	$7.^{14}$	3.2	4540	0	4100	3°	ESE	ESE	7.3	WNW	56.6	+22.1	—52.1
	17.00	$8.^{14}$	4.1	4585	2 BB	4200	3°	EzS	EzS	6.0	WNW	66.9	+26.2	—61.6
	18.00	$9.^{14}$	5.1	4485	4 BB	4200	3°	ESE	SEzE	7.2	WNW	66.9	+26.2	—61.6
	20.00	$11.^{14}$	7.0	4410	3 BB	4100	5°	ESE	ESE	6.8	WNW	72.0	+28.1	—66.3
	21.00	$12.^{14}$	8.0	4540	8 BB	4200	5°	EzS	ESE	6.4	WzS	66.9	—12.8	—65.7
	22.00	$13.^{14}$	8.9	4585	0	4100	5°	E	EzS	6.0	W	61.7	0	—61.7
	23.00	$14.^{14}$	9.9	4542	4 BB	3900	0	E	EzS	5.8	W	20.6	0	—20.6
24.10.	0.00	$15.^{14}$	10.9	4585	0	4000	3°	ESE	E	4.7	WNW	25.7	+10.1	—23.6
	1.00	$16.^{14}$	11.8	4580	0	4000	2°	EzS	EzS	5.4	WNW	25.7	+10.1	—23.6
	2.00	$17.^{14}$	12.8	4580	0	3800	2°	ESE	ESE	4.5	WNW	20.6	+ 8.0	—18.9
	3.00	$18.^{14}$	13.7	4580	0	4000	3°	ESE	SEzS	7.0				
	4.00	$19.^{14}$	14.7	4610	BB 8	3950	3°	ESE	SEzE	5.0	WNW	36.0	+14.1	—33.1
	5.00	$20.^{14}$	15.7	4530	BB 8	3950	3°	EzS	ESE	5.3	WNW	46.3	+18.1	—42.6
	6.00	$21.^{14}$	16.6	4535	BB 6	4050	3°	ESE	ESE	4.0	WNW	41.2	+16.1	—37.9
	7.00	$22.^{14}$	17.6	4560	BB 5	4050	3°	EzS	EzS	4.6	WzN	46.3	+ 8.9	—45.5
	8.00	$23.^{14}$	18.6	4508	BB 8	4000	5°	EzS	ESE	4.8	WzN	56.6	+10.8	—55.6
	9.00	$0.^{14}$	19.5	4508	BB 6	4050	5°	EzS	ESE	4.2	WzN	56.6	+10.8	—55.6
	10.00	$1.^{14}$	20.5	4000	BB 9	4000	5°	ESE	ESE	4.6	WNW	56.6	+22.1	—52.1
	11.00	$2.^{14}$	21.5	4535	0	3950	5°	ESE	SE	4.3	WNW	51.4	+21.1	—47.3
	12.00	$3.^{14}$	22.5	4460	0	4000	4°	ESE	ESE	6.0	WNW	46.3	+18.1	—42.6

Abbildung 63 enthält die graphische Eintragung der Wind- und Stromrichtung sowie des Schiffskurses. Während der Verankerung war der Strom N 77 W gerichtet, also um ungefähr 180° verschieden von der mittleren Windrichtung, d.h. es war nicht die geringste Ablenkung zwischen Windrichtung und Oberflächenstrom vorhanden. Der Kurs des Schiffes hat sich genau dem Oberflächenstrom angepasst. Abbildung 63 zeigt sehr deutlich, dass der Unterschied zwischen Stromrichtung und Kurs ständig 180° beträgt.

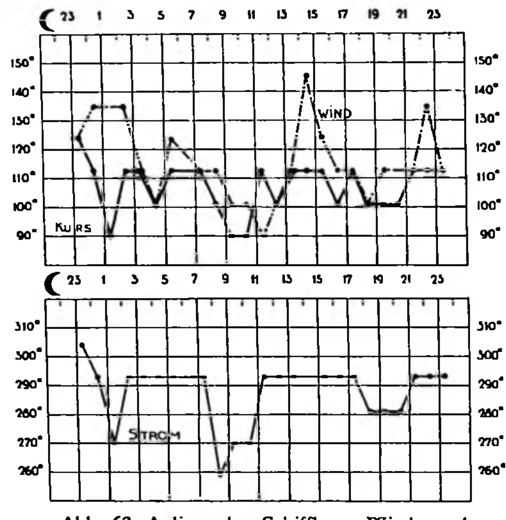


Abb. 63. Anliegender Schiffkurs, Wind- und Stromrichtung auf Ankerstation 364*a*.

Aus den Beobachtungen abgeleitete Kursgleichung

$$3^\circ \cos \frac{2\pi}{12} (t - 3.0)$$

Aus dem Reststrom + halbtägige Gezeitenstromellipse abgeleitete Kursgleichung

$$3^\circ \cos \frac{2\pi}{12} (t - 0.3)$$

Die grosse Abweichung in den Phasenwerten ist erklärbar aus den kleinen Amplituden, die eine genaue Phasenbestimmung nicht gestatten.

Ausser den üblichen Wind- und Schiffskursbeobachtungen enthält Tabelle 73 auch die bereits in N- und E-Komponenten zerlegten Relingslogbeobachtungen. Abbildungen 64 und 65 enthalten die graphische Darstellung der Änderungen der N- und E-Komponenten des Oberflächenstromes während 24 Stunden; es war möglich ausser der halbtägigen auch die ganztägige Welle zu bestimmen.

Bei der E-Komponente ist die halbtägige Gezeitenperiode sehr deutlich erkennbar. Aus den Stundenwerten lassen sich durch harmonische Analyse Reststrom und Gezeitenkonstanten ermitteln. Die Ergebnisse stehen in folgender Tabelle 74:

TABELLE 74.

	Reststrom	Gezeitenstrom			
		24 stdg. Welle		12 stdg. Welle	
		Amplitude cm/sec	Phase ☾ std.	Amplitude cm/sec	Phase ☾ Std.
N-Komponente	+13.6	4.8	0.6	5.4	4.6
E-Komponente	—43.9	9.3	15.2	16.9	0.4

Die Strommessungen, ausgeführt mit dem Ekman-Repetier-Strommesser in 100—400—3000 m Tiefe, stehen, bereits in Komponenten reduziert, in Tabelle 75.

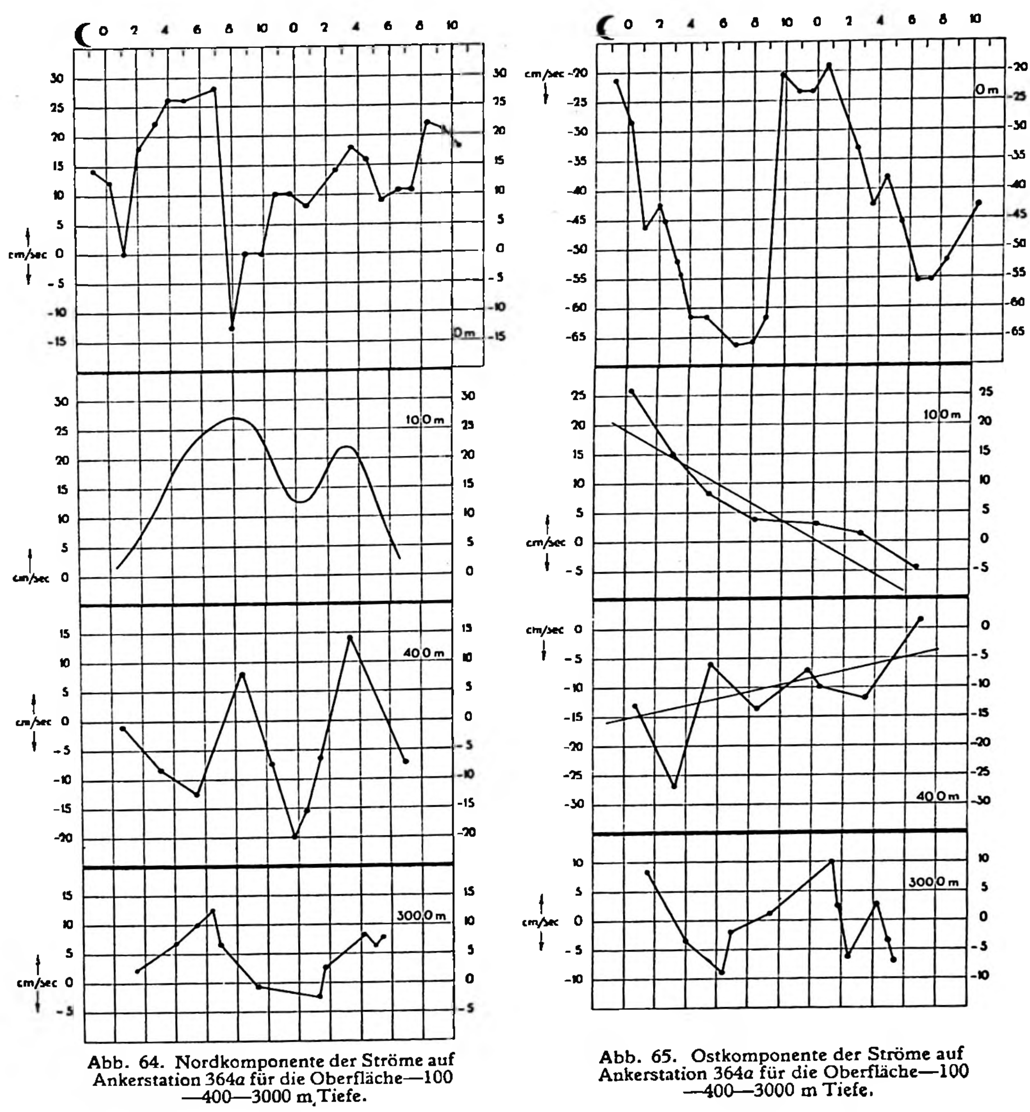


Abb. 64. Nordkomponente der Ströme auf Ankerstation 364*a* für die Oberfläche—100 —400—3000 m Tiefe.

Abb. 65. Ostkomponente der Ströme auf Ankerstation 364*a* für die Oberfläche—100 —400—3000 m Tiefe.

TABELLE 75. Strommessungen in 100, 400 und 3000 m Tiefe auf Ankerstation 364*a*.

Datum 1930	Ortszeit 131°.5 Ö.L.	Zeit 0°	Seit oberem Meridiandurchgang des ☾ im Ort in ☾ St.	Richtung rw	Stärke cm/sec	Komponenten N + S —	Komponenten E + W —
			100 m				
23.10.	13.18	4.32	0.5	86	25.8	+ 1.8	+ 25.7
	15.55	7.09	3.1	53	18.9	+ 11.4	+ 15.1
	18.18	9.32	4.4	20	23.9	+ 22.5	+ 8.2
	21.23	12.37	8.4	8	27.3	+ 27.0	+ 3.8
24.10.	1.30	16.44	0.3	13	12.7	+ 12.4	+ 2.8
	4.30	19.44	3.2	3	22.2	+ 22.2	+ 1.2
	8.09	23.23	6.7	298	5.4	+ 2.5	— 4.8
			400 m				
23.10.	13.37	4.51	0.8	266	13.0	— 0.9	— 13.0
	16.10	7.24	3.3	253	28.1	— 8.2	— 26.9
	18.34	9.48	5.6	206	13.9	— 12.5	— 6.1
	21.41	12.55	8.6	300	15.9	+ 8.0	— 13.8
24.10.	0.58	16.12	11.8	200	21.4	— 20.1	— 7.3
	1.46	17.00	0.6	213	18.6	— 15.6	— 10.1
	4.46	20.00	3.5	320	18.5	+ 14.2	— 11.9
	8.25	23.39	7.0	170	7.3	— 7.2	+ 1.2
			3000 m				
23.10.	14.22	5.36	1.6	75	8.6	+ 2.2	+ 8.3
	17.00	8.14	4.1	333	7.5	+ 6.7	— 3.4
	19.26	10.40	6.5	325	15.3	+ 12.5	— 8.8
	19.56	11.10	7.0	343	6.7	+ 6.4	— 1.9
	22.37	13.51	9.5	113	1.3	— 0.5	+ 1.2
24.10.	2.40	17.54	1.4	103	10.4	— 2.3	+ 10.1
	3.05	18.19	1.8	43	3.9	+ 2.8	+ 2.6
	5.40	20.54	4.3	18	9.0	+ 8.6	+ 2.8
	6.20	21.34	5.0	330	7.2	+ 6.3	— 3.6
	6.45	21.59	5.4	318	10.4	+ 7.7	— 7.0

Leider gibt es nur spärliche Beobachtungen. In 100 m Tiefe haben wir nur 7, über eine Periode von 19 Stunden verteilte, Beobachtungen zu unserer Verfügung. Obwohl die Beobachtungen ziemlich weit auseinander liegen, wurde doch versucht, die halbtägige Gezeitenwelle abzuleiten. Abbildungen 64 und 65 enthalten die graphischen Darstellungen beider Komponenten für sämtliche Tiefen. Die E-Komponente scheint in 100 und 400 m Tiefe gestört zu sein. In 100 m Tiefe wurde versucht den stetigen Abfall auszuschalten. In 400 m Tiefe dagegen haben wir eine stetige Steigung der E-Komponente zu verzeichnen. Es muss noch einmal hervorgehoben werden, dass die Ausschaltung der stetigen Änderung etwas sehr subjektives ist, was den Phasenwert erheblich beeinflussen kann.

Alle Kurven sind, wie üblich, der harmonischen Analyse unterzogen, und es wurde auch für alle die gleiche Zeitperiode gewählt. Dieses ist, will man vergleichbare Werte erhalten, äussert wünschenswert.

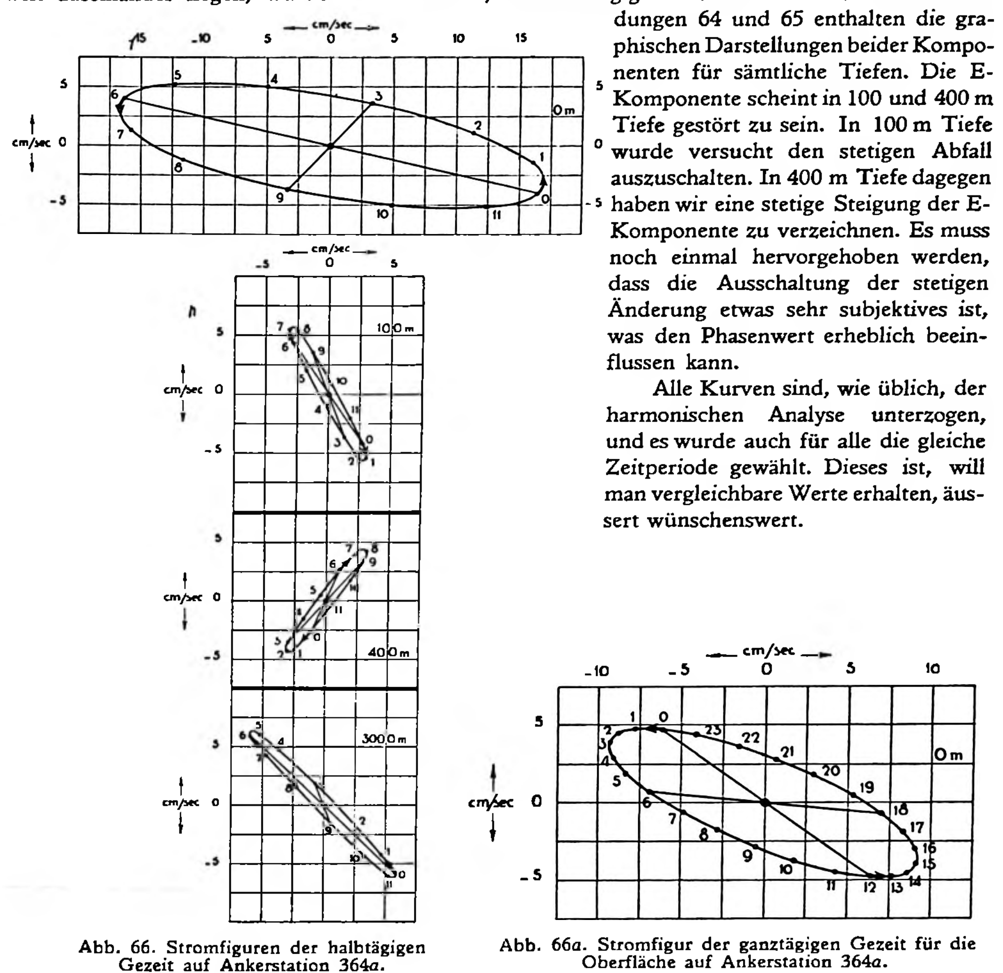


Abb. 66. Stromfiguren der halbtägigen Gezeit auf Ankerstation 364*a*.

Abb. 66*a*. Stromfigur der ganztägigen Gezeit für die Oberfläche auf Ankerstation 364*a*.

Die Ergebnisse der harmonischen Analyse der halbtägigen Gezeit sind in Tabelle 76 zu finden.

TABELLE 76. Ergebnisse der harmonischen Analyse der Strombeobachtungen auf Ankerstation 364*a*.

Tiefe	Reststrom N	Reststrom E	Nordkomponente Ampl. cm/sec	Nordkomponente Phase ☾ St.	Ostkomponente Ampl. cm/sec	Ostkomponente Phase ☾ St.
	Komponenten					
	Halbtägige Gezeit					
0	+ 13,6	— 43.9	5.4	4.6	16.9	0.4
100	+ 20.6	+ 18.4—1.56 t [1])	5.7	7.3	3.1	0.9
400	— 6.1	—15,0+0,55 t [1])	4.5	7.8	3.2	8.2
3000	+ 3.6	+1.3	6.4	5.5	6.0	11.8
	6 Stündige Welle					
0 [2])			4.7	5.3 [3])	7.0	4.6 [3])
100			2.8	2.9	Keine Restwelle	
400			10.1	2.4	4.8	5.4
3000			1.7	0.4	2.3	1.4

Die Amplitude beider Komponenten in 3000 m Tiefe ist sehr bemerkenswert. Mit Ausnahme der E-Komponente in 400 m Tiefe, stimmen die Phasenwerte der anderen Tiefen sehr gut überein, was auffalland ist, wenn man die kleine Anzahl der Beobachtungen in Betracht zieht. Die Oberfläche und die 100 m Schicht sind sicherlich einheitlich beeinflusst.

Restwelle. — Nach einer Eintragung der mit Hilfe des Mittelwertes und Konstanten der halbtägigen Gezeit berechneten Kurve stellte sich heraus, dass die Restwerte in allen Tiefen (ausser der E-Komponente in 100 m Tiefe) eine sehr deutlich ausgeprägte 6-stündige Welle enthalten. Durch die einfache Bestimmung der Extreme wurde versucht, einen ungefähren Wert für Amplitude und Phase zu erhalten. Diese in Tabelle 76 verzeichneten Werte zeigen eine bessere Übereinstimmung als das rohe Verfahren erwarten liess. Die Amplitude hat die gleiche Grössenordnung wie die halbtägige Gezeit. Die mittlere Phase der N-Komponente ist 2.8 h, der E-Komponente 3.8 h.

Stromellipsen. — Abbildung 66 und Tabelle 77 geben die Gezeitenstrom-Ellipsen sowie ihre berechneten Elemente; hinzugefügt ist die Ellipse der ganztägigen Gezeit für die Oberfläche.

TABELLE 77. Halbtägiger Gezeitenstrom auf Ankerstation 364*a*.

Tiefe	Haupt-richtung	Geschwin-digkeit cm/sec	Phase Mondzeit	Verhältnis der kleinen zur grossen Achse	Umlauf
0	N 78.7 W	17.2	6.3	0.250	cum sole
100	N 28.3 W	6.5	7.2	0.092	contra solem
400	N 35.4 E	5.5	7.9	0.100	contra solem
3000	N 43.1 W	8.7	5.6	0.080	cum sole
	Ganztägige Gezeit				
0	N 66.2 W	10.1	2.7	0.227	cum sole

Alle Ellipsen sind sehr schmal und haben eine NW Orientierung, mit Ausnahme der 400 m Ellipse, deren Hauptrichtung NE verläuft. Der mittlere Phasenwert des maximalen Gezeitenstromes ist 6.8 Stunden.

Der Oberflächenstrom ist sehr kräftig und ausserordentlich verstärkt durch die ganz- und halbtägige Gezeit; beide Stromellipsen haben ihre Hauptrichtung ungefähr N 72 W. Diese deckt sich fast vollkommen mit dem Reststrom, der in der Oberfläche ebenfalls N 73 W gerichtet ist.

[1]) Ab 4 Uhr Mondzeit. [2]) In der Oberfläche eine $6{,}5^{u}$ Periode statt 6-stündige.
[3]) Sämtliche Phasen sind bezogen auf den oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort um 3^{10} Gr. Zeit des 23. Oktober 1930.

Restströme. — Die Restströme sind in Abbildung 67 eingetragen, und Tabelle 78 enthält den Reststromwert jeder Tiefe.

TABELLE 78. Restströme auf Ankerstation 364*a*.

Teife	Komponenten		Resultante	
	N + S —	E + W —	Richtung	Stärke cm/sec
0	+ 13,6	— 43,9	N 73 W	46
100	+ 20,6	+ 7,5	N 20 E	22
400	— 6,1	— 11,1	S 60 W	13
3000	+ 3,6	+ 1,3	N 20 E	4

Der Oberflächenstrom weist eine kleine Ablenkung cum sole von der Windrichtung auf. Die Intensität dieses kräftigen Stromes an der Oberfläche vermindert sich mit einer Drehung von 93° nach rechts (contra solem) in 100 m Tiefe auf 48 % seiner Stärke an der Oberfläche. In 400 m Tiefe

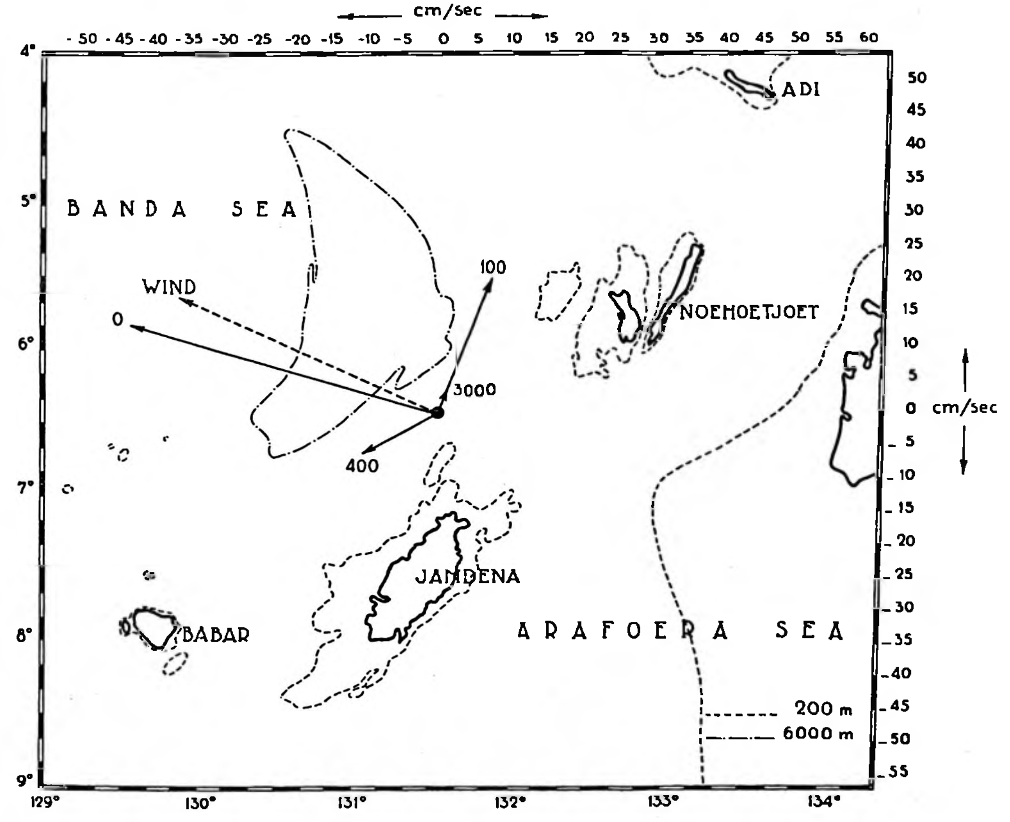


Abb. 67. Restströme und Situationskarte mit Tiefenlinien auf Ankerstation 364*a*.

ist die Richtung des Reststromes 37° links (cum sole) und die Intensität beträgt noch 28 % des Reststromes der Oberfläche. Schliesslich ist in 3000 m Tiefe noch ein Reststrom mit einer Stärke von 4.0 cm pro Sekunde und NE gerichtet vorhanden. Es ist möglich, dass der Reststrom in 3000 m Tiefe durch die Bodenkonfiguration erzwungen ist, weil die äusserst schmalen Tiefenrinnen des Webertiefs ebenfalls in NE Richtung verlaufen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

DIE LAGE DES SCHIFFES AUF DEN ANKERSTATIONEN

Die Position des Willebrord-Snellius wurde während der Verankerungszeit mehrere Male im Laufe des Tages durch astronomische Bestecke und Peilungen kontrolliert, meistens morgens, mittags und abends.

Auf Station 354*a* wurde sogar jede Stunde die Ortsbestimmung wiederholt.

Es war von Interesse zu prüfen, ob zwischen den Versetzungen des Schiffes während des Ankerns und zwischen Wind und Strom ein bestimmter Zusammenhang vorhanden war.

Viel kann man von solchen Untersuchungen hier nicht erwarten, weil die auf einander folgenden Schiffskursbestimmungen zu weit von einander entfernt liegen (im günstigsten Falle 1 Stunde) und solche Untersuchungen sich hauptsächlich auf die Registrierung der Kursschwankungen stützen. Es stellt sich heraus, dass bei einer guten Verankerung das Schiff giert, schwingt und schwojt [1]). Schwojen und Schwingen sind bemerkbar durch Änderung des abliegenden Schiffskurses. Unter Schwojen versteht man (s. Abb. 68,1) das Pendeln des Schiffes samt Trosse um einen festen Punkt, der im extremen Falle mehr oder weniger mit dem Aufliegepunkt der Trosse auf dem Meeresboden zusammenfallen muss. Der Punkt *o* (s. Abb. 68) ist dann die Projektion dieses Punktes auf die Meeresoberfläche und *r* die Projektion der Trosse und Schiffslage bis zum Aufhängepunkt des Strommessers ebenfalls auf der Meeresoberfläche. Im Bilde erscheint somit das Schwojen als ein Pendeln des Schiffes um *o* mit einer Pendellänge *r*. Vom Schiffskurs *a* bis zur Schiffslage *b* wird eine Winkeländerung γ ausgeführt (ihr entspricht eine Kursänderung von α auf β, und es ist $\gamma = \beta - \alpha$.

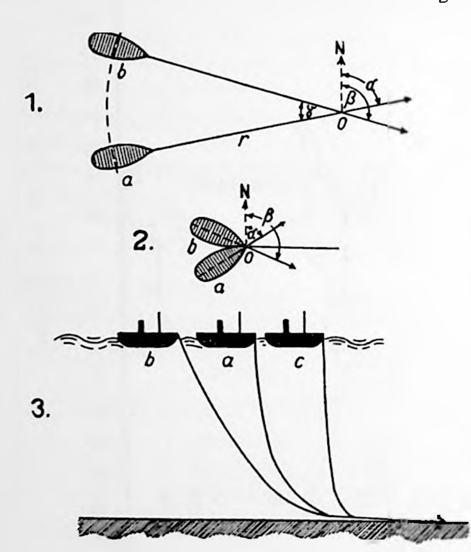


Abb. 68. Nach Defant. Meteorwerk Bd. VII, S. 8.

Das Schwingen des Schiffes (s. Abb. 68,2) ist eigentlich ein extremer Fall des Schwojens. Der Drehpunkt verlagert sich bei diesen Schiffsbewegungen an jener Stelle, wo die Trosse vom Bug des Schiffes abgeht. Auch beim Schwingen ändert sich der anliegende Kurs des Schiffes.

Defant kommt zu dem Schluss, dass die Schiffsbewegungen bedingt durch die periodischen Gezeitenströme unbedenklich unberücksichtigt bleiben können. Nur ganz kurzperiodisches Schwingen (Periode ungefähr 10 Minuten) von erheblichem Ausmass durch Wind verursacht, kann Strommessungen beträchtlich beeinflussen.

---

[1]) Ich möchte hier auf die äuszerst interessanten Ausführungen Defants über die möglichen Bewegungen eines auf grosser Tiefe verankerten Schiffes in Band VII des Meteor Werkes S. 8 hinweisen, welchem die folgenden Ausführungen entnommen sind.

Die dritte Art der Schiffsbewegung ist das Gieren (s. Abb. 68,3), welches nicht durch Kursbeobachtungen erfasst werden kann; da diese Bewegungen mehr oder weniger unbemerkt bleiben, und dabei imstande sind, die Strombeobachtungen gänzlich zu fälschen, ist sie sicherlich für Strommessungen am Unangenehmsten.

Diese Bewegungen werden ausgelöst entweder durch die Gezeitenströme oder durch den Wind. Die Entscheidung, ob Wind oder Strom die auslösende Kraft ist, ist von der Intensität dieser beiden Elemente abhängig.

Nachstehend ist für jede Station eine kleine Besprechung der Schiffsbewegungen während der Ankerzeit gegeben. Die Bestecke, welche in Schiffs- und Mondzeit angegeben sind, wurden durch grade Linien mit einander verbunden; auch der mittlere anliegende Schiffskurs wurde eingezeichnet. Die mittlere Stationslage ist durch einen Kreis eingezeichnet.

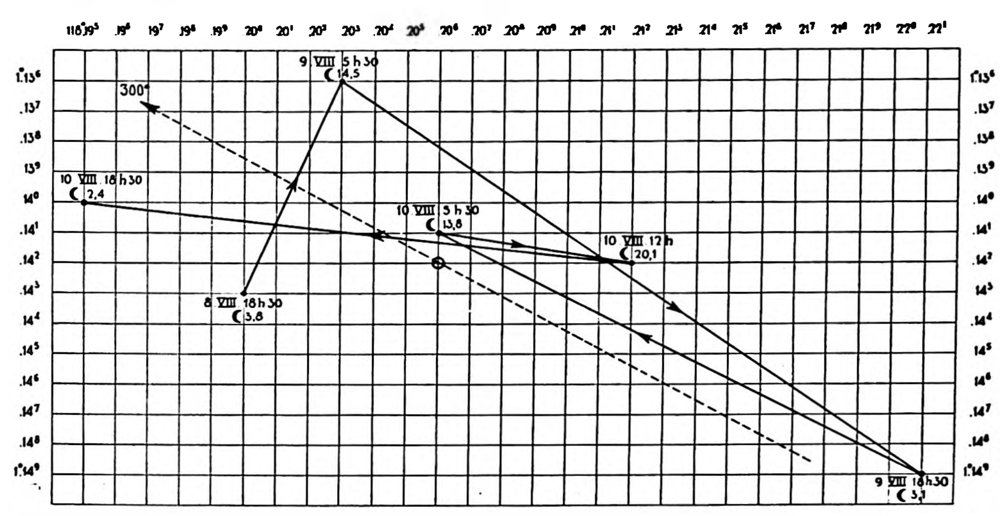


Abb. 69. Aufeinanderfolgende Lage des Schiffes auf Ankerstation 39*a* nach Schiffszeit und Mondzeit und mittlerer Kurs.

Tabelle 79 enthält die Schiffsvertreibungen, welche nach Komponenten zerlegt sind, sodass man sich ein klares Bild über die Geschwindigkeit und Richtung der Schiffsvertreibungen machen kann.

TABELLE 79. Schiffsversetzung auf Ankerstationen.

Von		Bis		Totale Zeit	Zurück-gelegter weg in cm	Geschwin-digkeit cm/sec	Richtung	Komponenten	
Datum	Stunde	Datum	Stunde					N + S —	E + W —
				39*a*					
8. Aug.	18.30	9. Aug.	5.30	11.0 St.	140752	3.6	N 23 E	+ 3.3	+ 1.4
9. „	5.30	9. „	18.30	13.0 „	411144	8.8	S 54 E	— 5.2	+ 7.1
9. „	18.30	10. „	5.30	11.0 „	314840	8.0	N 62 W	+ 3.8	— 7.1
10. „	5.30	10. „	12.00	6.5 „	111120	4.7	S 80 E	— 0.8	+ 4.6
10. „	12.00	10. „	18.30	6.5 „	314840	13.5	N 83 W	+ 1.6	—13.4
				135*a*					
18. Nov.	5.20	18. Nov.	18.50	13.5 St.	200016	4.1	N 34 W	+ 3.4	— 2.3
18. „	18.50	19. „	5.20	10.5 „	131492	3.5	S 34 E	— 2.9	+ 1.9
19. „	5.20	19. „	18.50	13.5 „	222240	4.6	N 66 W	+ 1.8	— 4.2
19. „	18.50	20. „	18.50	24.0 „	25928	0.3	S 46 W	— 0.3	— 0.3
20. „	18.50	21. „	5.20	10.5 „	148160	3.9	S 30 E	— 3.4	+ 2.0

Von		Bis		Totale Zeit	Zurückgelegter weg in cm	Geschwindigkeit cm/sec	Richtung	Komponenten	
Datum	Stunde	Datum	Stunde					N + S —	E + W —
				253*a*					
24. Apr.	6.00	24. Apr.	8.10	2.16 St.	18520	2.4	E	0	+ 2.4
24. „	8.10	24. „	13.00	4.8	140752	8.1	S 23 W	— 7.5	— 3.1
24. „	13.00	25. „	6.00	17.0 „	57412	0.9	S 72 W	— 0.3	— 0.9
25. „	6.00	25. „	16.00	10.0 „	55560	1.5	E	0	+ 1.5
25. „	16.00	25. „	18.00	2.0 „	129640	18.0	N	+ 18.0	0
25. „	18.00	26. „	11.30	17.5 „	251872	4.0	S 36 E	— 3.2	+ 2.4
26. „	11.30	27. „	5.45	18.3 „	133344	2.0	N 33 W	+ 1.7	— 1.1
27. „	5.45	27. „	8.05	2.3 „	40744	4.9	N 63 W	+ 2.3	— 4.4
				308*a*					
30. Juni	18.30	1. Juli	18.30	24.0 St.	483372	5.6	S 72 E	— 1.7	+ 5.3
				317*a*					
22. Aug.	5.30	22. Aug.	18.20	12.8 St.	51856	1.1	N 45 E	+ 0.8	+ 0.8
22. „	18.20	23. „	5.40	11.3 „	175940	4.3	S 32 W	— 3.6	— 2.2
23. „	5.40	23. „	12.00	6.3 „	92600	1.8	N 37 E	+ 1.4	+ 1.1
23. „	12.00	23. „	18.10	6.2 „	190756	3.7	N 61 E	+ 1.8	+ 3.2
				354*a*					
6. Okt.	18.00	7. Okt.	6.00	12.0 St.	164828	3.8	S 83 E	— 0.5	+ 3.8
7. „	6.00	7. „	8.00	2.0 „	157420	21.9	S 80 W	— 3.8	—21.6
7. „	8.00	7. „	9.00	1.0 „	12964	3.6	S 32 E	— 3.0	+ 1.9
7. „	9.00	7. „	10.00	1.0 „	29632	8.2	N 81 E	+ 1.3	+ 8.1
7. „	10.00	7. „	11.00	1.0 „	183348	50.9	S 54 W	—29.9	—41.2
7. „	11.00	7. „	12.00	1.0 „	90748	25.2	S 50 E	—16.2	+ 19.3
7. „	12.00	7. „	13.00	1.0 „	83340	23.1	N 29 W	+ 20.2	—11.2
7. „	13.00	7. „	14.00	1.0 „	274096	76.1	N 70 E	+ 26.0	+ 71.5
7. „	14.00	7. „	15.00	1.0 „	251872	70.0	S 75 W	—18.1	—67.6
7. „	15.00	7. „	16.00	1.0 „	137048	38.1	N 59 E	+ 19.7	+ 32.7
7. „	16.00	7. „	18.00	2.0 „	77784	10.8	S 50 W	— 7.0	— 8.3

39a. Abbildung 69 gibt die aufeinanderfolgenden Lagen des Schiffes auf Ankerstation 39*a*. Geankert wurde in einer Tiefe von 2254 m mit einer 3000 m langen Trosse.

Der mittlere anliegende Schiffskurs war 300°.

Indem der Aufliegepunkt der Trosse am Meeresboden 746 m vom Fusspunkt der Schiffslage gelegen ist, so ergibt sich, aus Abb. 70, dass die Gierfreiheit 1234 m beträgt.

Die Vertreibung in N 23 E Richtung vom 18.30 des 8.8. bis 5.30 des 9.8., welche fast senkrecht auf dem mittleren Kurse steht, ist fast ausschliesslich dem südwestlichen Wind zu verdanken.

Die Gezeitenströme, welche während dieser Zeit in N 24 W Richtung strömen, schwächen stark den Reststrom, sodass der Einfluss des Windes sehr gross ist.

Die folgende Vertreibung, genau in entgegengesetzter Richtung des mittleren anliegenden

Schiffskurses, ist ein Gieren, welches durch die Verstärkung des Reststromes durch die Gezeitenströme verursacht wird.

Der zurückgelegte Weg übersteigt die Gierfreiheit, d.h. wenn das Schiff die Ankerkette spannt und diese in einer extremen Lage ist, kann ihre Versetzung zwischen den beiden extremen Lagen 2 × 1980 m = 3960 m betragen. Der zurückgelegte Weg von 4111 m ist also etwas grösser als die Giermöglichkeit. Ab 18.30 des 9.8. Ortszeit erfolgt ein wahrscheinlich durch Gezeitenströme ausgelöstes Gieren. Worauf die anfänglich östliche, später westliche Bewegung der Schiffsversetzungen zurückzuführen sind, ist schwierig zu erklären.

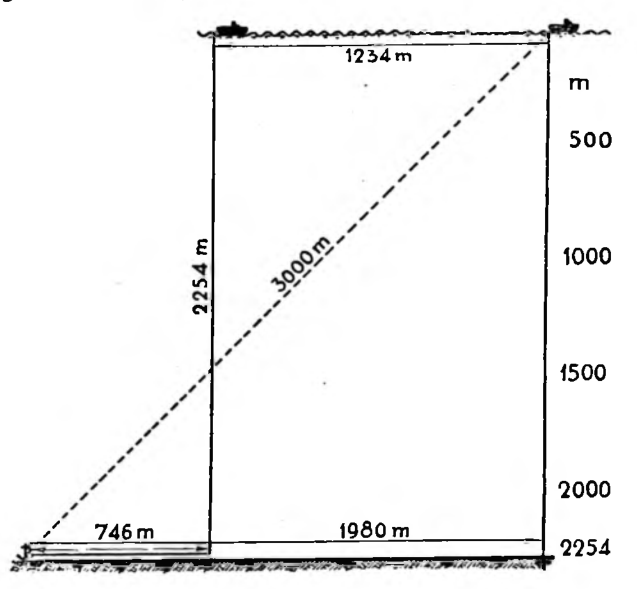


Abb. 70. Wassertiefe, Trossenlänge und Gierfreiheit auf Ankerstation 39*a*.

135a. Das Schiff wurde verankert in einer Tiefe von 1200 m, mit Hilfe einer Trosse, welche 1750 m lang war.

Mittlerer anliegender Schiffskurs 203°.

Mittlere Windrichtung 236°, d.h. SWzW.

Vorausgesetzt, dass die Entfernung vom Aufliegepunkte der Trosse am Meeresboden bis zum Fusspunkte der Schiffslage 550 m beträgt, ergibt sich eine Gierfreiheit von 723 m. Der Abstand zwischen den extremen Lagen bei gespannter Trosse ist 2 × (550 + 723) = 2546 m. Abb. 71 gibt die auf einander folgenden Lagen des Schiffes nach den astronomischen Bestecken.

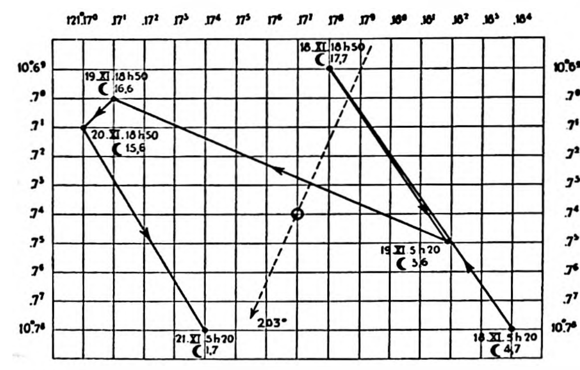


Abb. 71. Aufeinanderfolgende Lage des Schiffes auf Ankerstation 135*a* nach Schiffszeit und Mondzeit, und mittlerer Kurs.

Der mittlere anliegende Kurs wurde hauptsächlich durch den starken Wind bestimmt (das Schiff lag stets im Wind).

Der Gezeitenstrom kann nicht viel Einfluss auf den Schiffskurs gehabt haben.

In grossen Zügen sind die Schiffsversetzungen ein Schwojen um den mittleren Schiffskurs. Allerdings gestatten die Werte des anliegenden Schiffskurses nicht, einen Schluss zu ziehen über die Länge des Pendelarmes.

253a. Über einer Tiefe von 1800 m wurde zur Verankerung 2500 m Trosse gesteckt.

Wenn der Abstand zwischen Aufliegepunkt der Trosse am Meeresboden bis zum Fusspunkt der Schiffslage 700 m ist, so beträgt die Gierfreiheit 1035 m.

Bei gespannter Trosse ist der Abstand zwischen zwei extremen Lagen 3470 m.

Am 24. April um ca 7 Uhr war der anliegende Schiffskurs 183°, und um 13 Uhr (15.8 Mondstunden) des 26. April war der gemessene anliegende Schiffskurs 166°. Mit anderen Worten, der Kurs ist nahezu unverändert geblieben.

Der Abbildung 72, worin die auf einander folgenden Schiffslagen nach den astronomischen Ortsbestimmungen eingetragen sind, entnehmen wir, dass die Versetzung in S 23 W Richtung (8.1 cm/sec) ein Gieren ist, welches verursacht wurde durch die halbtägige Gezeit, die um 10 Uhr nach S 25 W gerichtet ist. Um 16 Uhr, als ein starker Wind aufkam, drehte das Schiff völlig auf den Wind zu und fing sodann eine Gierbewegung in genau nördlicher Richtung an, welche bis 18 Uhr anhielt. Die Versetzung, welche dann folgte von 18 Uhr des 25. April bis 11.30 des 26. April, ist ganz auf die Gezeitenströme zurückzuführen.

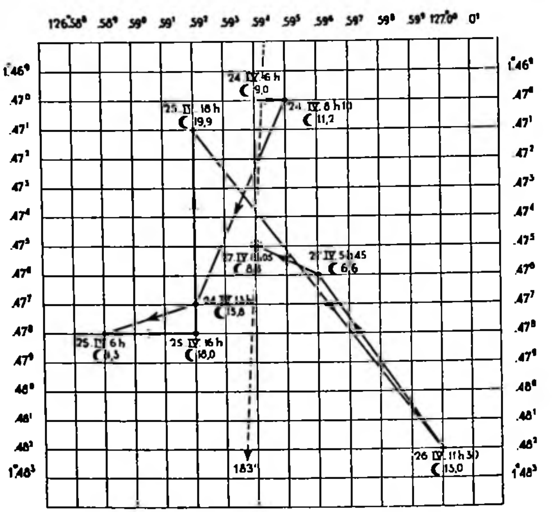


Abb. 72. Aufeinanderfolgende Lage des Schiffes auf Ankerstation 253*a* nach Schiffszeit und Mondzeit und mittlerer Schiffkurs.

Um 20 Uhr Mondzeit ist der aus der ganz- und halbtägigen Gezeit resultierende Strom südlich gerichtet; unter dem Einfluss des Windes, der in diesem Augenblick aus WNW Richtung wehte, ist das Schiff in S 36 E Richtung vertrieben. Um 11 h 30 kehrt der Strom um 180°. Um 11 h 30 des 26. April (13 h Mondzeit) läuft der Strom N 17 W, und dies stimmt sehr gut mit der Richtung der Schiffsvertreibung, welche N 33 W ist.

308a. Für diese Ankerstation liegen nur 2 astronomische Ortsbestimmungen vor, und aus der graden Verbindung dieser beiden Punkte ist natürlich, ausser der Vertreibung, kein Schluss zu ziehen über die eigentlichen Schiffsbewegungen, umsomehr als der anliegende Schiffskurs sich von der einen bis zur anderen Ortsbestimmung nicht geändert hat.

Abb. 73. Aufeinanderfolgende Lage des Schiffes auf Ankerstation 317*a* nach Schiffszeit und Mondzeit, und mittlerer Schiffkurs.

317a. Es wurde eine Trossenlänge von 3300 m gebraucht, um das Schiff auf einer Tiefe von 2350 m zu verankern.

Die Gierfreiheit betrug 1367 m. Dabei wurde angenommen, dass 950 m den Aufliegepunkt der Trosse am Meeresboden und den Fusspunkt der Schiffslage trennen.

Mittlerer anliegender Schiffskurs 178°, während die mittlere Windrichtung 105° oder EzS war.

4634 m ist der Abstand zwischen den extremen Lagen des Schiffes bei gespannter Ankertrosse.

Der Skizze 73 entnehmen wir, dass von 18.20 des 22.8 bis 5.40 h des 23.8. das Schiff in S 32 W Richtung versetzt worden ist.

Der aus ganz- und halbtägigen Gezeitenströmen resultierende Strom ist zu dieser Zeit NW gerichtet, und deshalb ist diese Versetzung nur erklärlich als eine Folge des N—NE Windes, welcher von 15 bis 19 h des 22.8 wehte.

Der Oberflächenstrom strömt in NNE Richtung. Nur eine Schwojbewegung könnte die Schiffsversetzung von 12 h des 23.8 bis 18.10 h des gleichen Tages erklären.

Die anliegenden Schiffskurse waren für die obigen Zeiten bezw. 146° und 230° (s. abb. 74). Der zurückgelegte Weg betrug 1908 m. Daraus ergibt sich als die Länge des Pendelarmes

$$1908 \frac{\sin 48^\circ}{\sin 84^\circ} = 1425 \text{ meter.}$$

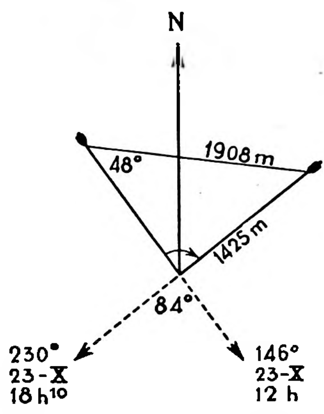


Abb. 74. Pendellänge der Schwojbewegung auf Ankerstation 317a.

354a. Über einer Tiefe von 1348 m wurde mit Hilfe von 1800 m Trosse geankert.

Im Mittel herrschte Ostwind, während der mittlere anliegende Schiffskurs 35° war.

Wenn wir den Abstand zwischen Aufliegepunkt der Trosse am Meeresboden und Fusspunkt der Schiffslage auf 452 m nehmen, so beträgt die Gierfreiheit 741 m.

Der maximale Abstand zwischen den beiden extremen Lagen der Trosse ist 2386 m.

Die Schiffsbewegungen nach den stündlichen Ortsbestimmungen erscheinen als äusserst unregelmässig (Abb. 75). Alle Ortsbestimmungen liegen in einem Kreise mit einem Radius von $^1/_2$ Seemeile, was gut stimmt mit der berechneten Gierfreiheit, welche 741 m ist.

Die meisten Bewegungen sind Gierbewegungen, welche bald im Winde, bald in Strome ihre Ursache fanden. Nimmt der Wind in Stärke zu und wird der Strom geschwächt, so treibt das Schiff mit dem Wind ab.

Die grossen Schiffsvertreibungen lassen sich wie folgt erklären: (s. Tabelle 79).

Von 6 bis 8 h des 7. Oktober wurde der Reststrom zum grössten Teile durch die Gezeitenströme neutralisiert und das Schiff trieb mit dem Wind.

Von 10 bis 11 h war es windstill. Die Vertreibung erfolgt in der Richtung S 54 W, während der aus Rest- und Gezeitenströmen resultierende Strom die Richtung S24W aufweist. Die grosse Versetzung, welche von 13 bis 14 h konstatiert wurde, könnte dem südwestlichen Strom zugeschrieben werden, ebenso wie die zwischen 15 und 16 h festgestellte Versetzung. Später, von 16 bis 18 h, wurde der nordöstliche Wind stärker und das Schiff trieb dann in südwestlicher Richtung.

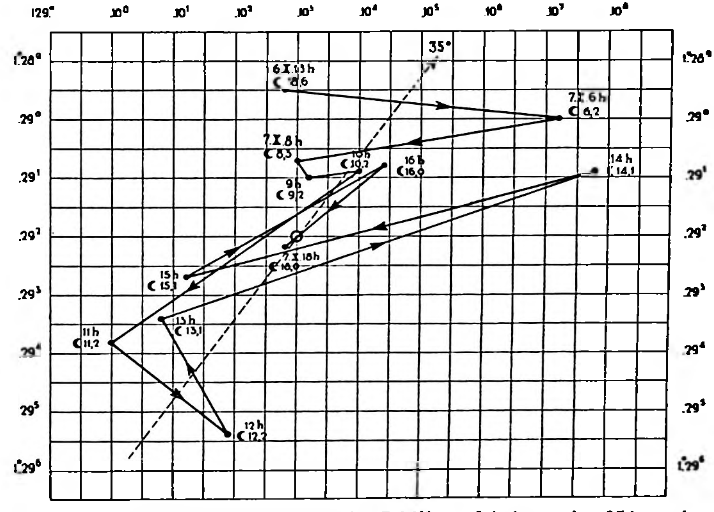


Abb. 73. Aufeinanderfolgende Lage des Schiffes auf Ankerstation 354*a* nach Schiffszeit und Mondzeit und mittlere Schiffkurs.

Die Bewegungen des verankerten Schiffes auf den verschiedenen Ankerstationen können wie nachstehend kurz zusammengefasst werden.

Die Durchschnittsgeschwindigkeiten der Schiffsvertreibungen waren für die einzelnen Ankerstationen die folgenden:

St. 39*a*	135*a*	253*a*	308*a*	317*a*	354*a*
7.7	3.3	5.2	5.6	2.7	30.1 cm/sec

Wenn wir Station 354*a* nicht mitberücksichtigen, so gibt es für die übrigen Stationen verhältnismässig kleine Geschwindigkeiten. Es ist erfreulich feststellen zu können, dass die Weise der Verankerung der Snellius sich als sehr gut erwiesen hat.

Die Strombeobachtungen an der Oberfläche wurden nicht auf Schiffsvertreibung korrigiert. Die Vertreibungsgeschwindigkeiten spielen meistenfalls keine Rolle gegenüber den grossen Geschwindigkeiten des Oberflächenstromes, wie diese beobachtet wurden.

Die Strommessungen in grossen Tiefen wurden ebenso wenig auf diese Schiffsvertreibung korrigiert, da man nicht weiss, in wieweit der Strommesser während der ca 5-bis 10-min. Dauer einer Messung den durch Vertreibung verursachten Strom aufzeichnet.

Bei den auf Station 354*a* ausgeführten Strombeobachtungen an der Oberfläche läge es anscheinend auf der Hand, für die grosse Vertreibungsgeschwindigkeit Korrekturen vorzunehmen. Bei Vornahme der Korrektur stellt es sich jedoch heraus, dass diese Geschwindigkeiten nahezu dadurch aufgehoben werden, dass die Vertreibungsrichtung jede Stunde um ca 180° differiert. So war z.B. von 13 bis 14 Uhr, d.i. 13.30 Uhr, die Geschwindigkeit der Vertreibung in Komponenten:

	N	E
13—14 Uhr = 13.30	+26.0	+71.5
14—15 „ = 14.30	—18.1	—67.6
Ermitteln wir aus diesen Daten die Vertreibungsgeschwindigkeit um 14 Uhr	+ 4.0 cm/sec	+ 2.5 cm/sec

RESTSTRÖME

Das auf diesen Ankerstationen gesammelte Material wurde mit dem Hauptzweck zusammengebracht, mit Hilfe der verschiedenen Temperatur- und Salzgehaltschnitte zu einer besseren Kenntnis des Wasseraustausches zwischen den verschiedenen Becken zu gelangen.

Auf den meisten Stationen wurde in den tieferen Schichten der Strom mehr als 24 Stunden lang gemessen, während an der Oberfläche die Messungsdauer oft mehrere Tage überstieg.

Nach Berechnung und Ausschaltung der Gezeitenströme erhielt man gute Daten über die Restströme.

Es ist wohl übersichtlicher, die Restströme sämtlicher Ankerstationen gemeinsam in eine Karte einzutragen. Dies ist in Abbildung 76 geschehen. Hierbei sind die aufeinander folgenden Tiefen, deren Restströme ungefähr dieselbe Richtung haben, zusammengefasst und gemittelt worden. Die Pfeile geben die Richtung des Stromes an, während ihre Länge die Stärke desselben angibt. Oberhalb des Querstriches ist die Angabe der Tiefe, während unterhalb desselben die Richtung und Stärke in cm/sec angegeben sind.

Die Strömung des Oberflächenwassers und der unmittelbar darunter kommenden Schichten kann man wie folgt zusammenfassen:

Pazifisches Wasser strömt 1°) in einer 50 m mächtigen Schicht durch das Halmaheirameer ins Cerammeer hinein. Allem Anschein nach fliesst dieses pazifische Oberflächenwasser wieder durch die Lifamatolastrasse hinaus zum Molukkenmeer in einer 50 m dicken Schicht.

2°) durch das Arafoerameer ins Bandameer.

Das Wasser des Indischen Ozeans dringt in einer 100 m dicken Schicht in den Archipel durch das Sawoemeer ein.

Die Javasee empfängt Oberflächenwasser zum Teil aus dem Celebesmeer durch die Makassarstrasse.

Aus dem Celebesmeer selbst strömt das Oberflächenwasser (von 0 bis 100 m) hinaus ins Sulumeer.

In den grösseren Tiefen sind folgende Strömungen zu beachten: in 125 bis 300 m Tiefe fliesst Wasser aus dem Floresmeer in das Bandameer hinein. Pazifisches Wasser strömt in 350 bis 500 m Tiefe durch das Molukkenmeer in das Boeroemeer hinein, während in 100 bis 150 m Tiefe Wasser der Ceramsee ins Halmaheirameer zurückströmt. In 1000 m Tiefe fliesst das Wasser des Sawoemeeres zurück zum Indischen Ozean.

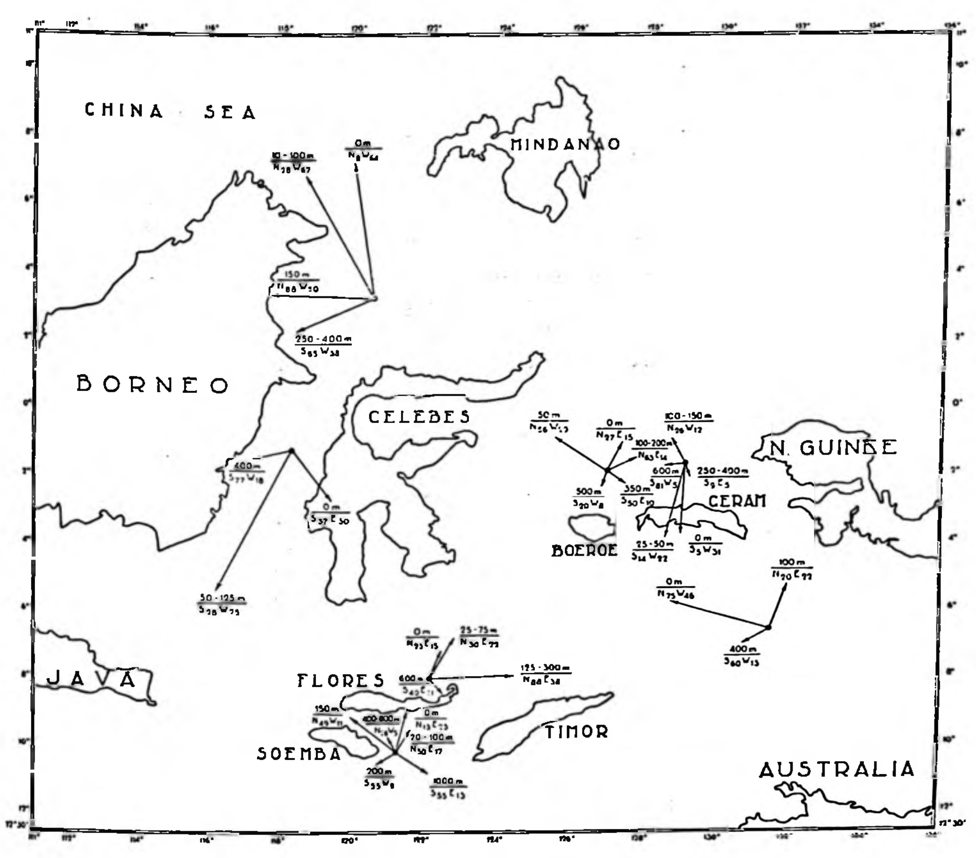


Abb. 76. Restströme in den Niederl. Ost-Indischen Gewässern.

Dies ist eine sehr allgemeine Übersicht über den Wasseraustausch zwischen den verschiedenen Gebieten, wie es die Beobachtungen der Ankerstationen ergeben. Eine detailliertere Besprechung ist jedoch hier nicht am Platze, weil dieser Gegenstand zusammen mit den Temperatur- und Salzgehaltschnitten behandelt werden muss.

RESTWELLEN

Bei sämtlichen Ankerstationen wurden ausser den üblichen Gezeitenwellen noch Restwellen mit ziemlich erheblichen Amplituden gefunden.

Der Ursprung dieser Restwellen kann verschiedenartig sein. Zuerst habe ich gemeint, dass vielleicht die Eigenschwingung des bezüglichen Beckens die Ursache sein könnte, aber nach einigen Überschlagrechnungen stellte es sich heraus, dass die Periode dieser Eigenschwingungen nicht mit der Periode der Restwelle übereinstimmte. Auffallend war aber, dass diese Restwellenperioden schwankten zwischen 5 und 7 Mondstunden.

TABELLE 80. Zur Ermittlung vom Mittel aller Restwellen (aus Strom und aus Serienmessungen).

Perioden der Restwellen

Station	Tiefe in m	Strom N	Strom E	Tiefe in m	Temperatur
39*a*	0	7.3	4.5		
		5.5			
	50	5.6	5.6	50—150	4.5
	125	5.6	5.6		
	400	5.6	5.6	250—500	7.2
135*a*	0	7.0	7.0		
253*a*	0	6.8	6.8		
	50	7.2	6.4	50	7.2
	100	7.8	7.9	100	6.1
308*a*	0	5.8	5.6		
	50	5.7	5.7	50	5.5
	150	5.5	5.4	100	5.6
	400	5.6		150	5.7
				200	5.6
				250	5.5
				300	5.2
				400	5.4
317*a*	0	7.0	7.0		
	25	5.7	5.7		
	75	7.0	7.0		
	125	6.8	6.8		
	175	7.0	7.0		
	300	7.0	7.0		
	600	7.0	7.0		
354*a*	0	6.1	6.1		
	50	6.0	6.0		
	100	5.2	5.2		
	150	6.5	6.5		
	250	5.2	5.2		
	400	5.5	5.5		
	600	6.1			
364*a*	0	6.5	6.5		
	100	6.0	—		
	400	6.0	6.0		
	3000	6.0	6.0		

Tabelle 80 enthält ausschliesslich die Restwellenperioden, welche aus Strom- oder Temperaturbeobachtungen hergeleitet sind. Es soll jedoch nicht vergessen werden, dass aus Salzgehalt- und Sauerstoffbeobachtungen keine Restwellen berechnet wurden, weil diese sehr wahrscheinlich dasselbe Ergebnis wie die Temperaturbeobachtungen geben würden. Es wurde nun die mittlere Periode dieser 69 Restwellen berechnet, und das Ergebnis ist 6,1 Mondstunden. Durch diese Mittelbildung fallen Fehler zufälliger Natur fort. Es ist wohl ohne Weiteres annehmbar, dass diese ungefähr 6-stündige Periode als eine Oberschwingung der halbtägigen Gezeitenwelle aufzufassen ist.

Zufolge der Enge der Seestrassen wird es leicht vorkommen können, dass die ganze Erscheinung einen unsymmetrischen Ablauf hat; dann haben wir neben den 24- und 12-stündigen Wellen noch Ober- und Nebenschwingungen.

Die hier zur Beobachtung gelangten kurzperiodischen Wellen sind wohl als eine Oberschwingung der halbtägigen Gezeitenwelle zu betrachten.

STROMELLIPSEN

Die Strombeobachtungen auf den Ankerstationen haben deutlich die starken Gezeitenströme in sämtlichen Tiefen, wo beobachtet wurde, gezeigt. Nicht nur die halbtägige, sondern auch die ganztägige Gezeit tritt auf den meisten Stationen sehr deutlich hervor. Leider sind die Ankerstationen noch zu wenig in Anzahl und zu sehr zerstreut über den Archipel, um etwas zu der Gezeitentheorie dieses Gebietes beizutragen.

Wir können zwar einige allgemeinen Bemerkungen über die erhaltenen Stromellipsen machen. Die grosse Anzahl dieser Stromfiguren nötigt zu einer kurzen Übersicht über ihren Umlaufsinn und das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse.

Halbtägige Gezeit. — Die Tabelle 81 gibt eine Zusammenstellung der Ergebnisse der harmonischen Analyse des halbtägigen Gezeitenstromes für alle Ankerstationen, geordnet nach der geographischen Breite von Norden nach Süden. Die Tabelle enthält, neben Ort und Zeit der Bestimmung für die einzelnen Tiefen, die Hauptrichtung des maximalen Gezeitenstromes, seine Stärke und Eintrittszeit (korrigierte Phase in Mondstunden nach dem oberen Meridiandurchgang des Mondes im Ort; Die korrigierten Phasen sind die Phasen berichtigt für die Korrektur, welche am Anfang jeder einzelnen Station angegeben wurden), das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromfigur und endlich den Umlaufsinn in dieser. Ausserdem enthält eine Spalte die Phase reduziert auf Batavia.

Es fällt auf, dass die Hauptrichtung der Ellipsen meistens mit der Längsrichtung der Seestrasse, in welcher sie zur Beobachtung gelangte, zusammenfällt.

Der Umlaufsinn. — Die ablenkende Kraft der Erdrotation bedingt, dass der Gezeitenstrom nicht alternierend verläuft, sondern immer cum sole verlaufen muss. Die Stromfigur wird zu einer Ellipse, und theoretisch muss das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Ellipse

$$S = \frac{2\,\omega \sin\varphi}{2\pi} T = 1.033 \sin\varphi$$

sein, wenn T die Periode der halbtägigen Gezeit bedeutet. Diese Formel besagt, dass am Equator, wo $\sin\varphi = 0$ ist, der Gezeitenstrom rein alternierend sein müsste. Fast alle Ankerstationen der „Snellius" haben eine äquatoriale Lage. Insgesamt stehen 44 Stromfiguren der halbtägigen Gezeit zur Verfügung. Hiervon haben 10 einen Umlaufsinn cum sole, 17 einen solchen contra solem und 17 verlaufen alternierend. Allerdings wurden Ellipsen, wo das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromfigur kleiner als 0,15 ist, zu den alternierenden gerechnet, weil nur sehr geringe Änderungen in der Phase einer Komponente, der Stromellipse zu einem alternierenden Strom führen würden.

Führen wir eine rohe Teilung der geographischen Breite der Stationen nach durch, so erhalten wir:

Umlaufsinn	3°.21 N — 1°.47 S. Äquatoriales Gebiet	6°.27 S. — 10°.7 S.
Alternierend oder S <0.15	5	12
Cum sole.	5	5
Contra Solem	11	6

TABELLE 81. Gezeitenströme der halbtägigen Gezeitenwelle im östlichen Teile des N.I. Archipels.

Station	Geogr. Koordination	Datum	Tiefe in m	Gezeitenstrom: Hauptrichtung	Gezeitenstrom: Max. Stärke cm/sec	Gezeitenstrom: Phase in Mondstunden in Ort	Gezeitenstrom: Phase in Mondstunden in Batavia	Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromellipsen	Umlauf der Stromellipse
308*a*	φ = 3—21.4 N	30.VI-1.VII.1930	Oberfläche	N 76 W	25.1	3.2	2.3	0.486	contra solem
	λ = 120—36.3 E		50	N 14 W	10.2	0.1	11.2	0.716	contra solem
			150	N 12 W	15.2	0.2	11.3	0.322	contra solem
			400	N 46.5 E	20.9	10.1	9.2	0.185	contra solem
39*a*	φ = 1—14.2 S	8—11.VIII.1929	Oberfläche	N 9 W	9.7	10.2	9.4	0.106	contra solem
	λ = 118—20.6 E		50	N 79.8 E	5.0	0.8	0.0	0.560	contra solem
			125	N 80 E	9.7	2.8	2.0	0.330	contra solem
			400	N 28 E	7.6	4.2	3.4	0.092	contra solem
354*a*	φ = 1—29.2 S	6—7.X.1930	Oberfläche	N 15.4 E	18.7	6.1	4.6	0.251	cum sole
	λ = 129—10.3 E		50	N 47 E	25.6	5.3	3.8	0.324	cum sole
			100	N 60.6 E	16.4	7.0	5.5	0.170	cum sole
			150	N 28.2 E	11.4	6.4	4.9	0.780	contra solem
			250	N 1.8 W	26.4	5.4	3.9	0.049	contra solem
			400	N 7.8 E	26.0	6.0	4.5	0.127	cum sole
			600	N 19.0 E	13.2	2.3	0.8	0.606	cum sole
253*a*	φ = 1—47.5 S	24—27.IV 1930	Oberfläche	N 2.5 W	13.6	2.8	1.4	0.566	contra solem
	λ = 126—59.4 E		50	N 14 E	26.1	3.0	1.6	0.391	contra solem
			100	N 0.5 W	35.1	4.2	2.8	0.348	cum sole
			200	N 24.5 E	44.2	4.2	2.8	0.143	cum sole
			350	N 16 E	24.8	5.0	3.6	0.242	contra solem
			500	N 6 W	22.3	5.5	4.1	0.498	contra solem
364*a*	φ = 6—27.0 S	23—24.X.1930	Oberfläche	N 78.7 W	17.2	6.3	4.7	0.250	cum sole
	λ = 131—30.5 E		100	N 28.3 W	6.5	7.2	5.6	0.092	contra solem
			400	N 35.4 E	5.5	7.9	6.3	0.100	contra solem
			3000	N 43.1 W	8.7	5.6	4.0	0.080	cum sole
317*a*	φ = 7—55.0 S	22-23.VIII.1930	Oberfläche	N 69.7 E	3.4	7.8	6.8	0.368	contra solem
	λ = 122—12.7 E		25	N 32.8 W	10.5	3.2	2.2	0.124	cum sole
			75	N 30.4 W	8.7	4.5	3.5	0.045	cum sole
			125	N 18.5 W	4.4	7.6	6.6	0.773	contra solem
			175	N 81.9 W	4.9	5.4	4.4	0.837	contra solem
			300	N 30.9 W	3.3	6.6	5.6	0.727	cum sole
			600	N 82.6 E	7.0	8.0	7.0	0.557	contra solem
			1000	N 26.1 W	1.6	4.8	3.8	0.188	contra solem
135*a*	φ = 10—7.4 S	18—21.XI.1929	Oberfläche	N 45 E	21.5	0.7	11.7	0.321	cum sole
	λ = 121—17.7E		20	N 35 E	36.7	11.8	10.8	0.150	cum sole
			50	N 49.5 E	35.4	11.6	10.6	0.111	cum sole
			75	E	12.5	10.4	9.4	0.520	cum sole
			100	N 63 E	17.7	11.1	10.1	0.047	cum sole
			150	N 46 E	22.3	11.5	10.5	0.444	contra solem
			200	N 60 E	16.0	11.7	10.7	0.000	alternierend
			400	N 24 E	18.4	10.5	9.5	0.147	contra solem
			600	N 13.5 E	14.0	10.7	9.7	0.100	cum sole
			800	N 68.5 W	14.7	8.3	7.3	0.150	contra solem
			1000	N 52 W	3.4	10.55	9.55	0.324	cum sole

Wir haben gesehen, dass das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromellipse abhängig ist von der geographischen Breite. Leitet man die Abhängigkeit von S von der geographischen Breite her, so findet man nach folgender Tabelle 82 eine unregelmässige Verteilung.

TABELLE 82. Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromfiguren für die halbtägige Gezeit in Abhängigkeit von der geographischen Breite.

Mittlere Breite	10°—7.4	7°—55.0	6°—27.0	3°—21.4	1°—30
Zahl der Stationen . .	1	1	1	1	3
Beobachtetes Verhältnis.	0.210	0.452	0.131	0.427	0.317
Theoretisches Verhältnis	0.182	0.142	0.115	0.060	0.027
Unterschied.	—0.028	—0.310	—0.016	—0.367	—0.290

Die Werte für das beobachtete Verhältnis sind Mittelwerte, gebildet über sämtliche Tiefen von Stationen, die auf derselben geographischen Breite liegen, gleichviel ob die Lage nördlich oder südlich des Equators ist.

Macht man einen Vergleich zwischen dem durch die Theorie geforderten und dem tatsächlich beobachteten Verhältnis, so stellt es sich heraus, dass das beobachtete Verhältnis immer grösser ist als dasjenige, welches die Theorie ergibt. Der Unterschied ist in der Nähe des Equators am grössten. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass diese Formel

$$S = \frac{2\omega \sin \varphi}{2\pi} T$$

streng genommen nur gültig ist für ein unendlich ausgedehntes, rotierendes Meer, d.h. auf freiem Ozean. Die „Snellius" Ankerstationen sind aber fast alle in engen Seestrassen gelegen und es ist ohne Weiteres deutlich, dass die Reibungseinflüsse durch die nabeigelegenen Küsten auf die Strassen übertragen werden und dadurch werden wieder die Stromfiguren erheblich beeinflusst.

Ganztägige Gezeit. — Durch die lange Beobachtungsdauer konnte fast an allen Ankerstationen, neben dem halbtägigen, auch der ganztägige Gezeitenstrom abgeleitet werden, sodass wir für die 24-stündige Gezeit 41 Stromfiguren zur Verfügung haben.

Tabelle 83 enthält die Elemente der aus der harmonischen Analyse erhaltenen Stromfiguren sämtlicher Ankerstationen, geordnet nach geographischer Breite von Norden nach Süden.

TABELLE 83. Gezeitenströme der ganztägigen Gezeitenwelle.

Station	Geographische Koordination	Datum	Tiefe	Gezeitenstrom: Hauptrichtung	Gezeitenstrom: Max. Stärke cm/sec	Phase in: ☾ St.	Phase in: Ortszeit	Red. 21/VI mittags: Ort	Red. 21/VI mittags: auf Batavia	Verhältnis der kleinen zur grossen Achse	Umlauf der Stromfigur
308a	φ = 3—21.4 N	30.VI-1.VII.1930	Oberfläche	N 82 W	27.3	9.7	1.31 1-VII	14.2	13.3	0.062	contra solem
	λ = 120—36.3 E		50	N 20 W	13.3	10.3	2.23 1-VII	15.1	14.2	0.925	contra solem
			150	N 89 E	22.5	22.6	14.48 1-VII	3.5	2.6	0.253	cum sole
			400	N 35.5 E	15.0	1.7	18.21 1-VII	7.1	6.2	0.000	alternierend
39a	φ = 1—14.2 S	8—11.VIII.1929	Oberfläche	N 42.5 W	11.4	17.0	8.48 10-VIII	0.2	23.4	0.368	contra solem
	λ = 118—20.6 E		50	N 20 W	9.3	21.8	13.44 „	5.1	4.3	0.484	cum sole
			125	N 21 W	12.2	1.7	17.59 „	9.4	8.6	0.417	cum sole
			400	N 3 W	5.2	0.0	16.13 „	7.6	6.8	0.519	contra solem

Station	Geographische Koordination	Datum	Tiefe	Gezeitenstrom Hauptrichtung	Max. Stärke cm/sec	Phase in ☾ St.	Phase in Ortszeit	Red. 21/VI mittags Ort	Red. 21/VI mittags auf Batavia	Verhältnis der kleinen zur grossen Achse	Umlauf der Stromfigur
354a	φ = 1—29.2 S	6—7.X.1930	Oberfläche	N 12 E	27.4	11.3	11.6 7-X	4.3	2.8	0.247	cum sole
	λ = 129—10.3 E		50	N 62,1 W	9.3	13.3	13.7 „	6.3	4.8	0.365	cum sole
			100	N 36 W	13.8	14.7	14.36 „	7.8	6.3	0.312	cum sole
			150	N 49.2 E	5.1	5.7	5.28 „	22.7	21.2	0.176	cum sole
			250	N 9 W	7.8	1.0	0.19 „	17.6	16.1	0.051	cum sole
			400	N 12.5 E	6.2	19.9	19.59 „	13.2	11.7	0.306	contra solem
			600	N 71 W	3.8	18.8	18.52 „	12.1	10.6	0.033	cum sole
253a	φ = 1—47.5 S	24—27.IV.1930	Oberfläche	N 0.8 E	21.8	10.2	7.54 25-IV	16.0	14.6	0.431	cum sole
	λ = 126—59.4 E		50	N 12.5 E	21.6	8.5	6.20 „	14.4	13.0	0.000	alternierend
			100	N 41.5 W	13.2	17.3	15.18 „	23.4	22.0	0.546	contra solem
			200	N 36.5 W	14.9	16.0	13.56 „	22.0	20.6	0.181	contra solem
			350	N 25.5 W	9.0	18.2	16.15 „	0.4	23.0	0.456	cum sole
			500	N 82.5 E	7.8	0.4	22.38 „	6.8	5.4	0.000	alternierend
364a	φ = 6—27.0 S	23—24.X.1930	Oberfläche	N 66.2 W	10.1	2.7	15.31 23-X	11.9	10.3	0.227	cum sole
	λ = 131—30.5 E										
317a	φ = 7—55.0 S	22—23.VIII.1930	Oberfläche	N 71.2 W	6.2	23.1	10.35 22-VIII	2.8	1.8	0.097	cum sole
	λ = 122—12.7 E		25	N 16.5 E	6.0	3.8	15.29 „	7.7	6.7	0.466	contra solem
			75	N 13.9 E	7.0	1.1	12.39 „	4.8	3.8	0.233	contra solem
			125	N 26.6 W	6.4	22.6	10.3 „	2.2	1.2	0.000	alternierend
			175	N 23.8 W	11.4	22.5	9.57 „	2.2	1.2	0.754	cum sole
			300	N 43.6 W	5.9	4.6	16.17 „	8.5	7.5	0.458	cum sole
			600	N 71.5 E	6.3	16.9	4.9 „	20.3	19.3	0.635	cum sole
			1000	N 23.7 W	10.0	22.2	10.30 23-VIII	2.8	1.7	0.302	cum sole
135a	φ = 10—7.4 S	18—21.XI.1929	Oberfläche	N 51.5 E	15.1	21.8	0.13 20-XI	22.4	21.4	0.570	contra solem
	λ = 121—17.7 E		20	N 45 E	15.5	15.3	18.36 20-XI	16.8	15.8	0.037	cum sole
			50	N 49.5 W	8.3	4.8	8.29 21-XI	6.8	5.8	0.240	cum sole
			75	N 58.5 E	12.1	18.3	21.39 20-XI	19.8	18.8	0.044	contra solem
			100	N 77 W	9.7	23.2	2.45 21-XI	1.0	0.0	0.464	contra solem
			150	N 10.5 E	6.1	19.7	22.02 19-XI	20.2	19.2	0.935	cum sole
			200	N 48 E	9.6	13.6	15.42 „	13.8	12.9	0.219	cum sole
			400	N 38.5 W	9.5	8.1	9.49 „	8.0	7.0	0.442	cum sole
			600	N 49.5 E	11.7	14.6	16.46 „	14.9	13.9	0.145	cum sole
			800	N 37.5 E	8.5	14.3	16.24 „	14.5	13.6	0.094	cum sole
			1000	N 0.8 W	12.4	21.8	0.11 20-XI	22.4	21.4	0.169	cum sole

Zur Vergleichung der für verschiedene Tage erhaltenen Phasenzeiten der ganztägigen Wellen ist eine Reduktion auf einen bestimmten Tag des Jahres notwendig. Für die K_1 Welle hat man 12 h des 21. Juni gewählt. Die Phasenzeit von K_1 entspricht also der Uhrzeit (gezählt vom Mittag des 21. Juni ab) des Eintritts des Maximums an diesem Tage. Die Reduktion auf diesen Tag kann in erster Annäherung dadurch durchgeführt werden, dass man zu der an einem bestimmten Tage gefundenen Eintrittszeit des Maximums für jeden Unterschied vom ersten folgenden Tag 4 Minuten zuzählt und schliesslich für den Bezugspunkt Mittag noch 12 Stunden abzieht [1]).

Zur Betrachtung des Umlaufsinnes der Stromfiguren stehen 41 derselben zur Verfügung.

Wenn man wieder Ellipsen, wovon das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse geringer als 0,15 ist, zu den alternierenden Stromfiguren rechnet, so erhält man folgende Teilung:

Umlaufsinn	3°.21 N.—1°.47 S.	6°27 S.—10°.7 S.
Alternierend	6	6
Cum sole.	9	10
Contra solem	6	4

[1]) Nach Defant „Meteor"-Expedition Bd VII S. 269.

Nimmt man die ganz- und halbtägigen Gezeitenstromfiguren zusammen, so kann man die 85 Stromfiguren dem Umlaufsinn nach folgendermassen einteilen:

Umlaufsinn	3°21 N.—1°.47 S.	6°.27 S.—10.°7 S.
Alternierend oder S <0.15	11	18
Cum sole.	14	15
Contra solem	17	10

Diese Einteilung ergibt also 29 alternierende Stromfiguren, 29 Stromellipsen die cum sole und 27, welche contra solem verlaufen. Wir haben also eine zufällige Verteilung, welche den äquatorialen Verhältnissen nahekommt.

Es bleibt noch übrig, das Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromfiguren bei der ganztägigen Gezeit, in Abhängigkeit der geographischen Breite zu bestimmen.

TABELLE 84. Verhältnis der kleinen zur grossen Achse der Stromfiguren für die ganztägige Gezeit in Abhängigkeit von der geographischen Breite.

Mittlere Breite	10°7'4	7°55'.0	6°27'.0	3°21'4	1°30'
Zahl der Stationen . . .	1	1	1	1	3
Beobachtetes Verhältnis.	0.305	0.368	0.277	0.310	0.288
Theoretisches Verhältnis	0.350	0.273	0.221	0.115	0.052
Unterschied.	+ 0.045	—0.095	—0.056	—0.195	—0.236

Aus Tabelle 84, wo das beobachtete Verhältnis dem theoretischen ($S = 1.99 \sin \varphi$) gegenübergestellt ist, geht hervor, dass, gleich wie bei der halbtägigen Gezeit, auch hier das beobachtete Verhältnis grösser ist als das theoretische. Allerdings sind die Unterschiede ausserhalb des äquatorialen Gebietes wesentlich kleiner als bei der halbtägigen Gezeit.

Wenn man in Tabellen 81 und 83 die Phasen des Gezeitenstromes näher betrachtet, so sieht man, dass bei der halbtägigen Gezeit bei jeder Station die Phase bei zunehmender Tiefe sich viel regelmässiger und weniger sprunghaft ändert als bei der ganztägigen Gezeit. Diese letzte unterliegt viel mehr Störungen, und diese treten umso stärker in Erscheinung, als die Beobachtungszeit kürzer ist. Die durchschnittliche Beobachtungsperiode für die ganztägige Gezeit war 24 Stunden. Zweifellos üben Wind und Druckstürme einen grossen Einfluss auf die Ergebnisse der ganztägigen Gezeit aus.

INTERNE WELLEN AUF ANKERSTATION 253*a*

Im Zusammenarbeit mit

DR. J. E. FJELDSTAD

Bei allen Stationen, auf welchen Serienmessungen ausgeführt wurden, also die Stationen 39*a*—135*a*—253*a* und 308*a*, haben wir sehr erhebliche vertikale Verlagerungen mit Gezeitenperiode der Wassermassen beobachtet. Nicht nur die halbtägige, sondern auch die ganztägige Gezeit trat deutlich hervor. Es zeigt sich weiter, dass die Grössenordnung dieser vertikalen Verschiebung in sämtlichen Tiefen gleich ist, so dass wir mit einer einheitlichen Erscheinung zu tun haben. Defant hat ausführlich gezeigt [1]), dass diese periodische Schwankungen der ozeanographischen Elemente nicht durch horizontale Verschiebungen verursacht werden können. Die vertikalen Verlagerungen werden hauptsächlich durch interne Wellen mit Gezeitenperiode verursacht.

Während der letzten Jahren haben die internen Wellen mehr und mehr Interesse hervorgerufen, und an vielen verschiedenen Stellen im offenen Meere sind sie beobachtet worden. Bis vor kurzer Zeit wurden theoretisch nur interne Wellen an einer Diskontinuitätsfläche betrachtet.

Die Ankerstationen der Snellius-Expedition haben alle eine mit der Tiefe sich stetig ändernde Dichteverteilung, welche überhaupt keine Unstetigkeitsfläche aufweist.

In 1933 hat Dr. Fjeldstad eine Theorie [2]) entwickelt, die sich mit internen Wellen in einem stetig geschichteten Meere befasst. Die Theorie bezweckt, aus der beobachteten Dichteverteilung und Verlagerungsgrössen die Gezeitenströme bei einer fortschreitenden Welle zu berechnen.

Es ist nun sehr interessant zu prüfen, ob auch in diesem Falle diese Theorie durch die Beobachtungen unterstützt wird. Zu diesem Zwecke haben wir die Ankerstation 253*a* gewählt, weile diese Station eine sehr komplette Reihe von Beobachtungen hat.

Für Dr. Fjelstad's Theorie möge auf die originelle Abhandlung verwiesen werden. Nur die für die praktische Berechnung angewendeten Formeln sind hier wiedergegeben.

Zuerst wird eine Kurve mit σ_t als Ordinate und die Tiefe als Abscisse gezeichnet und für jede 10 Meter wird mit Hilfe von Differenzen der Wert $\frac{\partial \sigma_t}{\partial z}$ bestimmt. Dann wird eine Kurve, die $\frac{\partial \sigma_t}{\partial z}$ als Funktion von z wiedergibt, gezeichnet. Unregelmässigkeiten werden geglättet und der Kurve werden die Werte $\frac{\frac{\partial \sigma_t}{\partial z}}{dz} = \varphi$ entnommen.

Tabelle 85 enthält in

Spalte 1 die Tiefe

„ 2 die Dichte (da auf St. 253*a* die Dichte bis 500 m gemessen wurde, so wurde ab dieser Tiefe die Dichteverteilung der sehr nahe gelegenen Station 225 genommen)

„ 3 φ

„ 4 $\sqrt{\varphi}$

---

[1]) Meteor-Expedition Bd. VII 1. Teil S. 161.
[2]) Interne Wellen—Geofysiske Publikationer Vol. X No. 6.

TABELLE 85.

Tiefe	Dichte	φ	$\sqrt{\varphi}$
0	20.560	29.66	5.446
50	22.403	29.66	5.446
100	23.489	28.65	5.352
150	24.860	20.00	4.472
200	—	12.30	3.507
250	26.199	7.10	2.664
300		4.41	2.100
350		3.44	1.855
400		2.71	1.646
450	26.907	2.10	1.448
500		1.65	1.284
550		1.35	1.161
600		1.13	1.063
650		0.99	0.995
700		0.87	0.9327
750		0.77	0.8805

Tiefe	Dichte	φ	$\sqrt{\varphi}$
800	27.313 [1])	0.68	0.8246
850		0.60	0.7745
900		0.54	0.7348
950		0.44	0.6633
990	27.432 [1])		
1000		0.38	0.6164
1050		0.35	0.5916
1100		0.30	0.5477
1200		0.27	0.5196
1240	27.507 [1])		
1300		0.238	0.4879
1400		0.200	0.4472
1490	27.576 [1])		
1500		0.162	0.4025
1600		0.140	0.3742
1740	27.593 [1])		

Zur Bestimmung eines angenäherten Wertes des Parameters, welchen wir für die numerische Integration benötigen, benutzen wir die Formel $a = \int_0^h \sqrt{\varphi}\, dx$.

Die Integration wird nach der Simpson'schen Formel durchgeführt. Hier erhalten wir für a den Wert $a = 23.29017$.

Man erhält den angenäherten Parameterwert $\lambda^2 g$ aus $\lambda^2 g = n^2 \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$ (n = Ordnungszahl der Welle) Mit dem gefundenen a Wert wird $\lambda^2 g = 0.018195$.

Mit diesem Parameterwert wird nun die numerische Integration der ersten Welle angefangen. Indem wir mit dem richtigen Parameterwert rechnen, so muss für $z = h$, $w = 0$ werden. Es zeigte sich, dass 0.018195 etwas zu gross war. Nach einem zweiten Versuch wurde als interpolierter Parameterwert 0.0178 gefunden, und Tabelle 92 gibt die numerische Integration mit diesem Werte als Parameter.

Zur Durchführung dieser Berechnung wurden als Anfangswerte gewählt $\omega = 0$ und $\left(\frac{d\omega}{dx}\right)_0 = 1{,}0000$.

Die ersten Werte, in diesem Falle für 10 und 20 m Tiefe, werden wie folgt berechnet. Für den ersten Teil der Integration nehmen wir $\Delta x = 0{,}1 = 10$ meter

$$\omega_{10} = \omega_0 + \omega_0' \Delta x + \omega_0'' (\Delta x)^2 + \omega_0''' \left(\frac{\Delta x}{6}\right)^3$$

$$\omega_{10} = 0.0999$$

$$\omega_0 = 0$$
$$\omega_0' \Delta x = 1.0000\ (0.1) = 0.1000$$
$$\omega_0'' = 0$$
$$\omega_0''' = -\lambda^2 g \varphi \omega' \left(\frac{\Delta x}{6}\right)^3 = -0.8997.10^{-4}$$

Ebenso berechnet man ω_{20} für 20 m Tiefe, nur muss hier $\Delta x = 0{,}2$ genommen werden. Man erhält dann für $\omega_{20} = 0.1993$.

Mit Hilfe der ω_{10} und ω_{20} Werte bildet man $\Delta\omega$ und $\Delta_2\omega$. Man berechnet dann $\xi_n = -\lambda^2 g \varphi_n \omega_n (\Delta x)^2$ für beide Tiefen und bildet die Differenzen $\Delta\xi$ und $\Delta_2\xi$. Man berechnet dann $\Delta_2\omega_n = \xi_n + \frac{1}{12}\Delta_2\xi_{n-1}$.

Diese $\Delta_2\omega$ wird addiert zum letzten $\Delta\omega$ Wert, und dieser wird wieder addiert zum vorhererhaltenen ω. Mit dem auf diese Weise neu erhaltenen ω Wert wird wieder ξ_n berechnet usw.

[1]) Werte der Station 225.

Um interpolierte ω Werte zu erhalten, benutzt man die Formel

$$\omega_{n-\frac{1}{2}} = \omega_n - \frac{\Delta\omega_n + \Delta\omega_{n-1}}{4} + \frac{\xi_n}{8} + \frac{\Delta\xi_n + \Delta\xi_{n-1}}{32} + \frac{\Delta_2\xi_{n-1}}{384}.$$

Für 0 bis 100 m Tiefe haben wir $\Delta x = 10$ m gewählt. Bleiben die $\Delta_2\xi$ klein, so kann man die Δx verdoppeln. Dies ist bei dem Teil 100 bis 300 m vorgenommen worden. Ab 300 m Tiefe ist Δx auf 0,5 gebracht. Sollte es sich umgekehrt herausstellen, dass $\Delta_2\xi$ zu gross wird, dann muss Δx verkleinert werden.

In Spalte 10 der Tabelle 92 stehen $u = -\frac{d\omega}{dx}$

welche erhalten sind aus der Formel

$$u_{n+1} = u_{n-1} + \frac{1}{3\Delta x}[\xi_{n+1} + 4\xi_n + \xi_{n-1}]$$

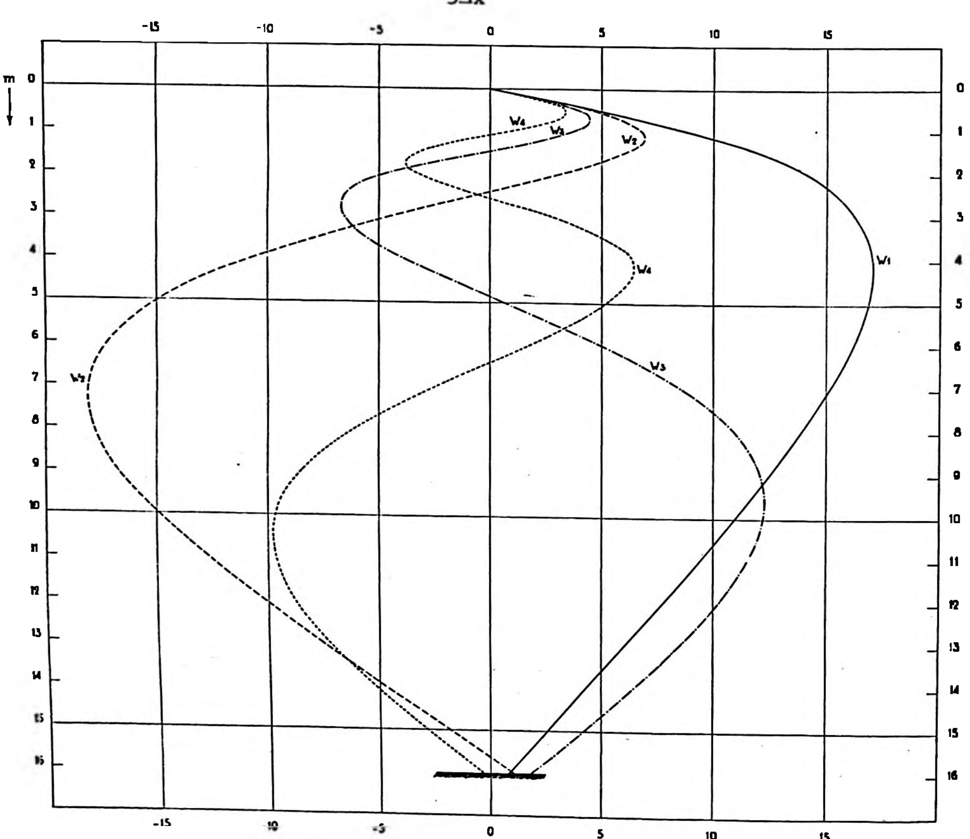


Abb. 77. Verteilung von ω mit der Tiefe für die 4 Wellen auf Ankerstation 253*a*.

Um interpolierte Werte von $u = -\frac{d\omega}{dx}$ zu erhalten, wurden die folgenden Formeln benutzt:

$$u_{n+\frac{1}{2}} = u_n + \frac{1}{24\Delta x}[8\xi_n + 5\xi_{n+1} - \xi_{n+2}]$$

$$u_{n+1} = u_n + \frac{1}{12\Delta x}[5\xi_n + 8\xi_{n+1} - \xi_{n+2}]$$

Zur leichteren Durchführung der Berechnung wird erst gerechnet mit der Formel

$$3\Delta x[u_{n+1}] = 3\Delta x(u_{n-1}) + [\xi_{n+1} + 4\xi_n + \xi_{n-1}]$$

und in Spalte 10 werden dann die in Spalte 9 erhaltenen Werte durch 3 dividiert.

Man wählt dann $u = -\frac{d\omega}{dx} = 1.0000$, sodass der Anfangswert in Spalte 9 gleich 3.000 wird.

Zu diesen 3.000 addiert man mit dem richtigen Vorzeichen die, mit den für die Simpson'sche Formel notwendigen Koëffizienten versehenen ξ Werte. Bei der ersten Welle wird es also: (s. Tab. 92).

$u_{20} = 3.000{,}0 + [0 + 4\,(-5{,}3) + (-10{,}5)] = 2968{,}3$

$u_{40} = 2968{,}3 + [(-10{,}5) + 4\,(-15{,}7) + (-20{,}8) = 2874{,}3$ usw. Auf ganz ähnliche Weise wurden die zweite, dritte und vierte Welle berechnet (Tab. 93—94—95). Die Parameterwerte waren bezw. 0,0728, 0,16375 und 0,2912.

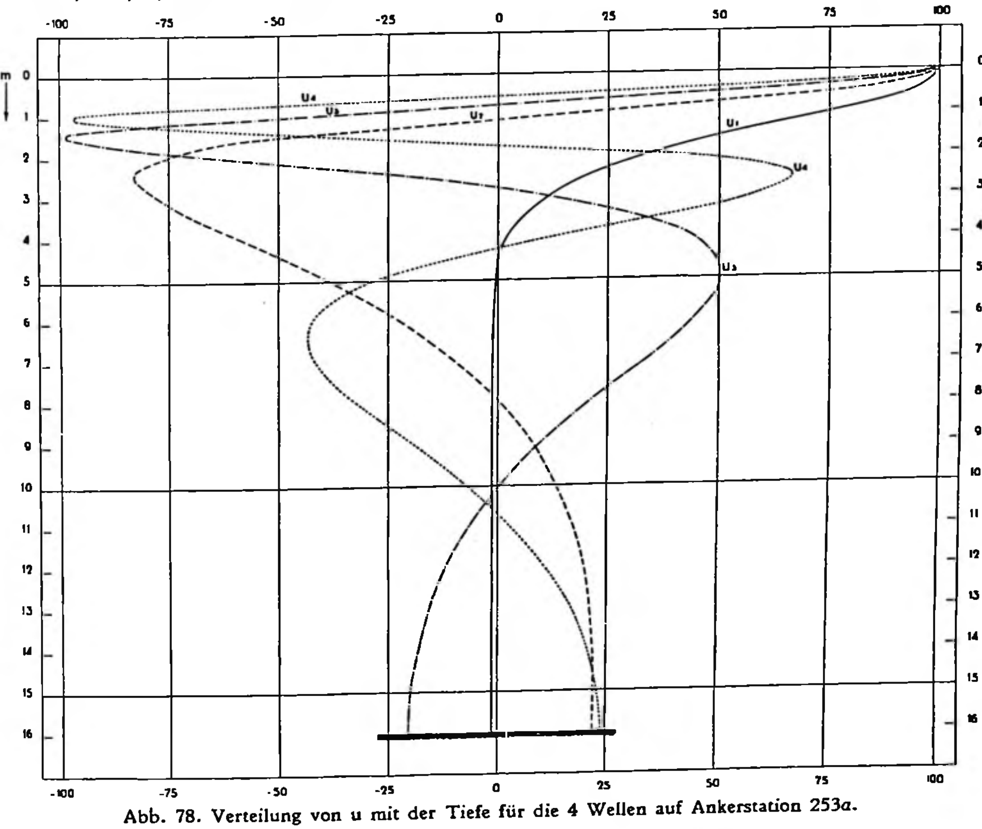


Abb. 78. Verteilung von u mit der Tiefe für die 4 Wellen auf Ankerstation 253*a*.

Abb. 77 und 78 geben die Kurven, welche erhalten sind durch Eintragung der ω und u Werte für die vier Wellen als Abscisse und der Tiefe als Ordinate.

Man kann die beobachtete Verlagerung aufteilen in einer Sinus- und Cosinuswelle:

$$R\cos(\sigma t - \varkappa) = A\cos\sigma t + B\sin\sigma t.$$

Um die Koëffizienten a und b jeder Welle zu bestimmen, haben wir die folgenden Normalgleichungen:

$$\begin{aligned}
a_1\Sigma\varphi\omega_1^2 + a_2\,\Sigma\varphi\omega_1\omega_2 + a_3\,\Sigma\varphi\omega_1\omega_3 + a_4\,\Sigma\varphi\omega_1\omega_4 &= \Sigma A\varphi\omega_1\\
a_1\,\Sigma\varphi\omega_1\omega_2 + a_2\,\Sigma\varphi\omega_2^2 + a_3\,\Sigma\varphi\omega_3\omega_2 + a_4\,\Sigma\varphi\omega_4\omega_2 &= \Sigma A\varphi\omega_2\\
a_1\,\Sigma\varphi\omega_1\omega_3 + a_2\,\Sigma\varphi\omega_2\omega_3 + a_3\,\Sigma\varphi\omega_3^2 + a_4\,\Sigma\varphi\omega_4\omega_3 &= \Sigma A\varphi\omega_3\\
a_1\,\Sigma\varphi\omega_1\omega_4 + a_2\Sigma\varphi\omega_2\omega_4 + a_3\,\Sigma\varphi\omega_3\omega_4 + a_4\,\Sigma\varphi\omega_4^2 &= \Sigma A\varphi\omega_4
\end{aligned}$$

Der Index der ω verweist auf die Ordnung der Welle.

In nachtstehender Tabelle 86 ist ein Schema für die erste Normalgleichung gegeben.

Zur bequemeren Übersicht sind in Tabelle 87 die für die Rechnung benötigten Werte zusammengefasst.

TABELLE 87.

Tiefe	φ	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	Ganztägige Ampl. in m	Ganztägige Phase	A_{24}	B_{24}	Halbtägige Ampl. in m	Halbtägige Phase	A_{12}	B_{12}
50	29.66	0.489	0.456	0.404	0.338	10.9	289°.8	+ 3.68	–10.26	7.6	168°.1	— 7.44	+1.56
100	28.60	0.914	0.688	0.365	0.069	16.3	300°.0	+ 8.15	–14.12	7.0	214°.5	— 5.77	—3.97
150	19.80	1.219	0.588	—0.055	—0.290	6.2	72°.5	+ 1.86	+5.91	9.2	284°.0	+ 3.74	—8.41
250	7.09	1.551	—0.090	—0.641	—0.046	16.7	24°.6	+15.18	+6.93	19.4	333°.0	+17.30	—8.81
450	2.10	1.696	—1.311	—0.166	0.622	16.5	17°.4	+15.74	+4.93	5.5	295°.5	+ 2.37	—4.97

Die Index 12 und 24 beziehen sich bezw. auf die halbtägige und auf die ganztägige Gezeit.

Die vier Normalgleichungen lauten dann:

	ΣA_{12}	ΣA_{24}	ΣB_{12}	ΣB_{24}
$83.5038\, a_1 + 33.1314\, a_2 + 6.4332\, a_3 + 1.416\, a_4$	30.926	534.648	—398.718	—280.958
$33.1314\, a_1 + 30.2175\, a_2 + 12.8718\, a_3 + 0.8698\, a_4$	—188.733	1798.008	—135.626	—365.677
$6.4332\, a_1 + 12.8718\, a_2 + 11.6821\, a_3 + 5.0784\, a_4$	—232.976	52.842	28.180	—310.048
$1.4160\, a_1 + 0.8698\, a_2 + 5.0784\, a_3 + 6.0173\, a_4$	—109.733	58.048	52.476	—160.426

Die Lösung dieser Gleichungen ergibt folgende Werte für die Koëffizienten

$$a_1 = 0.878 \quad a_2 = 3.550 \quad a_3 = -25.427 \quad a_4 = 2.504$$
$$b_1 = -5.660 \quad b_2 = 2.057 \quad b_3 = -1.546 \quad b_4 = 11.060.$$

Mit denselben Normalgleichungen erhält man die b Koëffizienten, nur müssen anstatt A die entsprechenden B-Werte gesetzt werden. Wir ersehen hieraus, dass die dritte Welle weitaus am stärksten entwickelt ist. Zur Kontrolle, ob diese vier berechneten Wellen tatsächlich den Verlauf befriedigend wiedergeben, werden für jede Tiefe die Werte A und B berechnet, indem z.B.

$$A_{50} = a_1\omega_1(_{50}) + a_2\omega_2(_{50}) + a_3\omega_3(_{50}) + a_4\omega_4(_{50})$$
$$B_{50} = b_1\omega_1(_{50}) + b_2\omega_2(_{50}) + b_3\omega_3(_{50}) + b_4\omega_4(_{50}).$$

Wir erhalten dann aus $\frac{B}{A} = \mathrm{Tg}\,\chi$ und aus $\sqrt{A^2 + B^2}$ = die Amplitude der Verlagerung.

Tabelle 88 enthält für die halbtägige Gezeit die auf diese Weise berechneten und die aus den Beobachtungen abgeleiteten Amplituden- und Phasenwerte der vertikalen Verlagerung.

Die Übereinstimmung ist durchaus sehr befriedigend.

Nun kann man versuchen, genau wie wir es bei der Verlagerung getan haben, die Koeffizienten der verschiedenen Wellen für die Stromwerte zu bestimmen.

TABELLE 88. Verlagerung.

Tiefe	Amplitude Theorie	Amplitude obs.	Phase Theorie	Phase obs.
50	7.48	7.6	170.4	168.1
100	6.86	7.0	211.2	214.5
150	9.6	9.2	293.4	284.0
250	19.2	19.4	333.8	333.0
450	5.78	5.5	297.0	295.5

TABELLE 86.

Tiefe	φ	$\varphi\omega_1$		A_{12}	A_{24}	B_{12}	B_{24}
50	29.66	14.5037	$a_1\omega_{(50)}\ \varphi\omega_{1(50)} + a_2\omega_{2(50)}\ \varphi\omega_{1(50)} + a_3\omega_{3(50)}\ \varphi\omega_{1(50)} + a_4\omega_{4(50)}\ \varphi\omega_{1(50)}$	$A_{12}\varphi\omega_{1(50)}$	$A_{24}\varphi\omega_{1(50)}$	$B_{12}\varphi\omega_{1(50)}$	$B_{24}\varphi\omega_{1(50)}$
100	28.60	26.1404	$a_1\omega_{1(100)}\varphi\omega_{1(100)} + a_2\omega_{2(100)}\varphi\omega_{1(100)} + a_3\omega_{3(100)}\varphi\omega_{1(100)} + a_4\omega_{4(100)}\varphi\omega_{1(100)}$	$A_{12}\varphi\omega_{1(100)}$	$A_{24}\varphi\omega_{1(100)}$	$B_{12}\varphi\omega_{1(100)}$	$B_{24}\varphi\omega_{1(100)}$
150	19.80	24.1362	$a_1\omega_{1(150)}\varphi\omega_{1(150)} + a_2\omega_{2(150)}\omega\varphi_{1(150)} + a_3\omega_{3(150)}\varphi\omega_{1(150)} + a_4\omega_{4(150)}\varphi\omega_{1(150)}$	$A_{12}\varphi\omega_{1(150)}$	$A_{24}\varphi\omega_{1(150)}$	$B_{12}\varphi\omega_{1(150)}$	$B_{24}\varphi\omega_{1(150)}$
250	7.09	10.9966	$a_1\omega_{1(250)}\varphi\omega_{1(250)} + a_2\omega_{2(250)}\varphi\omega_{1(250)} + a_3\omega_{3(250)}\varphi\omega_{1(250)} + a_4\omega_{4(250)}\varphi\omega_{1(250)}$	$A_{12}\varphi\omega_{1(250)}$	$A_{24}\varphi\omega_{1(250)}$	$B_{12}\varphi\omega_{1(250)}$	$B_{24}\varphi\omega_{1(250)}$
450	2.10	3.5616	$a_1\omega_{1(450)}\varphi\omega_{(450)} + a_2\omega_{2(450)}\varphi\omega_{1(450)} + a_3\omega_{3(450)}\varphi\omega_{1(450)} + a_4\omega_{4(450)}\varphi\omega_{1(450)}$	$A_{12}\varphi\omega_{1(450)}$	$A_{24}\varphi\omega_{1(450)}$	$B_{12}\varphi\omega_{1(450)}$	$B_{24}\varphi\omega_{1(450)}$
			$a_1\Sigma\varphi\omega_1^2 + a_2\Sigma\varphi\omega_1\omega_2 + a_3\Sigma\varphi\omega_1\omega_3 + a_4\Sigma\varphi\omega_1\omega_4$	$\Sigma A_{12}\varphi\omega_1$	$\Sigma A_{24}\varphi\omega_1$	$\Sigma B_{12}\varphi\omega_1$	$\Sigma B_{24}\varphi\omega_2$

Wir entn ehmen der Tab. 42 die Amplituden und Phasen der halb- und ganztägigen Gezeitenstromellipsen und zerlegen

$$P \cos(\sigma t - \chi) = F \cos \sigma t + G \sin \sigma t$$

Zur Koëffizientenbestimmung haben wir folgende Normalgleichungen

$$\begin{array}{llllll}
nf_0 & + f_1\Sigma u_1 & + f_2\Sigma u_2 & + f_3\Sigma u_3 & + f_4\Sigma u_4 & = \Sigma F \\
f_0\Sigma u_1 & + f_1\Sigma u_1^2 & + f_2\Sigma u_2 u_1 & + f_3\Sigma u_3 u_1 & + f_4\Sigma u_4 u_1 & = \Sigma F u_1 \\
f_0\Sigma u_2 & + f_1\Sigma u_1 u_2 & + f_2\Sigma u_2^2 & + f_3\Sigma u_3 u_2 & + f_4\Sigma u_4 u_2 & = \Sigma F u_2 \\
f_0\Sigma u_3 & + f_1\Sigma u_1 u_3 & + f_2\Sigma u_2 u_3 & + f_3\Sigma u_3^2 & + f_4\Sigma u_1 u_3 & = \Sigma F u_3 \\
f_0\Sigma u_4 & + f_1\Sigma u_1 u_4 & + f_2\Sigma u_2 u_4 & + f_3\Sigma u_3 u_4 & + f_4\Sigma u_4^2 & = \Sigma F u_4 .
\end{array}$$

$n = 7$, weil wir hier sieben Tiefen haben.
$u_0 = 1$. Die für die Rechnung benötigten Werte sind in folgender Tab. 89 zusammengefasst.

TABELLE 89.

Tiefe	u_1	u_2	u_3	u_4	Ganztägige		F_{24}	G_{24}	Halbtägige		F_{12}	G_{12}
					Ampl. cm/sec	Phase			Ampl. cm/sec	Phase		
0	—1.0000	—1.0000	—1.0000	—1.0000	21.8	144°.9	—17.80	+12.50	13.6	75°.4	3.428	13.161
50	—0.9348	—0.7420	—0.4522	—0.1022	21.6	120°.3	—10.89	+18.64	26.1	81°.2	3.993	25.788
100	—0.7496	—0.1080	0.5778	0.9674	13.2	247°.8	— 4.98	—12.22	35.1	115°.9	—15.332	31.575
150	—0.5071	0.5142	0.9530	0.4364	14.0	237°.7	— 7.48	—11.83	39.7	115°.9	—17.341	35.713
200	—0.3214	0.7806	0.6185	—0.3784	14.9	228°.8	— 9.82	—11.20	44.2	115°.9	—19.307	39.761
350	—0.0601	0.6831	—0.3217	—0.3519	9.0	260°.9	— 1.44	— 8.88	24.8	139°.1	—18.745	16.238
500	0.0050	0.3796	—0.5058	0.2872	7.8	2°.9	+ 7.79	+ 0.39	22.3	153°.6	—19.974	9.915

Falls wir in obigen Gleichungen die u Summen durch ihren Zahlenwert ersetzen, so lauten dieselben:

	ΣF_{12}	ΣF_{24}	ΣG_{12}	ΣG_{24}
$7.0000f_0 - 3.5680f_1 + 0.5075f_2 - 0.1304f_3 - 0.1415f_4$	—83.278	—44.670	172.151	—12.58
$-3.5680f_0 + 2.7998f_1 + 1.2238f_2 + 0.3244f_3 + 0.2933f_4$	20.3578	38.8397	—92.7518	—10.6658
$0.5075f_0 + 1.2238f_1 + 3.0467f_2 + 1.8342f_3 + 0.7690f_4$	—49.1096	16.9227	28.5512	—45.8068
$-0.1304f_0 + 0.3244f_1 + 1.8342f_2 + 3.1884f_3 + 1.7550f_4$	—26.4267	3.1894	41.8096	—43.5690
$-0.1415f_0 + 0.2933f_1 + 0.7690f_2 + 1.7550f_3 + 2.4863f_4$	—18.0703	17.3134	12.4221	—23.9380

Dieselben Gleichungen werden wieder benutzt um die g Koëffizienten zu bestimmen. Die Lösung ergibt folgende Werte für beide f und g Koëffizienten

$$\begin{array}{ll}
f_0 = -23.7840 & g_0 = 10.2440 \\
f_1 = -22.7750 & g_1 = -26.6030 \\
f_2 = 1.6190 & g_2 = 12.8203 \\
f_3 = -7.0860 & g_3 = 10.2176 \\
f_4 = -1.4338 & g_4 = -2.4600
\end{array}$$

Zur Kontrolle wurden ganz analog wie bei der Verlagerung für jede Tiefe die F und G berechnet aus folgenden Gleichungen

$$f_0 u_0 + f_1 u_1 + f_2 u_2 + f_3 u_3 + f_4 u_4 = F$$
$$g_0 u_0 + g_1 u_1 + g_2 u_2 + g_3 u_3 + g_4 u_4 = G$$

Aus $\frac{G}{F}$ erhält man Tg χ und aus $\sqrt{F^2 + G^2}$ die Stromamplitude. In Tabelle 90 sind die berechneten und beobachteten Werte verzeichnet und die Übereinstimmung ist wieder sehr gut.

TABELLE 90. Halbtägige Gezeitenstromwerte.

Tiefe	Amplitude		Phase	
	Theorie	obs.	Theorie	obs.
0	17.3	13.6	70°.1	75°.4
50	21.3	26.1	85°.3	81°.2
100	34.6	35.1	110°.9	115°.9
150	43.3	39.7	115°.9	115°.9
200	40.7	44.2	117°.9	115°.9
350	26.0	24.8	135°.5	139°.1
500	22.1	22.3	155°.6	153°.6

Aus den Koëffizienten-Werten der Verlagerung haben wir gesehen, dass die dritte Welle die grösste ist. Dies lässt vermuten, dass nicht nur ein einziges System von fortschreitenden Wellen, sondern wenigstens 2 interne Wellensysteme mit verschiedenen Fortpflanzungsrichtungen vorhanden sind. Da die Theorie es nur vermag, interne Gezeitenstromwerte aus der Verlagerung abzuleiten bei einer rein fortschreitenden Welle, so wurde bei der halbtägigen Gezeit von der Berechnung dieser internen Gezeitenströme weiter abgesehen.

Auch für die ganztägige Gezeit wurden für die Verlagerung die Koëffizienten der vier Wellen bestimmt. Hinter den Normalgleichungen sind bereits die Werte für A_{24} und B_{24} eingesetzt worden und Tabelle 87 enthält die beobachteten Amplituden- und Phasenwerte und die daraus abgeleiteten A_{24} und B_{24} Werte.

Die aus den Normalgleichungen erhaltenen Koëffizienten haben folgende Werte:

$$\begin{array}{lll} a_1 = 5.892 & b_1 = 0.663 & c_1 = 234{,}4 \text{ cm/sec.} \\ a_2 = 2.059 & b_2 = -7.077 & c_2 = 116{,}1 \text{ ,,} \\ a_3 = -7.031 & b_3 = -12.47 & c_3 = 77{,}3 \text{ ,,} \\ a_4 = 13.897 & b_4 = -15.27 & c_4 = 57{,}9 \text{ ,,} \end{array}$$

c_n ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der verschiedenen Wellen und wurde erhalten aus $c = \frac{1}{\lambda}$ und λ aus $\lambda^2 g$.

Nun ergibt die Theorie, dass man aus der Verlagerung den theoretischen Strom berechnen kann, wenn eine rein fortschreitende Welle gegeben ist.

$$c_n \cdot a_n = f'_n \qquad c_n \cdot b_n = g'_n$$

Berechnet man nun für jede Tiefe F' und G' Werte, indem man die neuen Koëffizienten mit dem entsprechenden u Wert multipliziert, so erhält man aus $\frac{G'}{F'}$ wieder den Phasenwert und aus $\sqrt{F'_2 + G'^2}$ die Amplitude. Aus der Verlagerung erhielt man folgende Werte für f' und g'

$$\begin{array}{ll} f'_1 = 13.805 & g'_1 = 1.553 \\ f'_2 = 2.390 & g'_2 = -8.216 \\ f'_3 = -5.435 & g'_3 = -9.639 \\ f'_4 = 8.046 & g'_4 = -8.841 \end{array}$$

Tabelle 91 enthält nun den aus der Verlagerung berechneten Amplituden- und Phasenwert des ganztägigen internen Gezeitenstromes, sowie die beobachteten Stromwerte.

TABELLE 91. Ganztägige Gezeitenstromwerte berechnet aus der vertikalen Verlagerung.

Tiefe	Amplitude cm/sec		Phase	
	Theorie	obs.	Theorie	obs.
0	31.4	21.8	126°.8	144°.9
50	15.1	21.6	139°.0	120°.3
100	15.6	13.7	247°.5	247°.8
150	19.5	14.0	247°.6	237°.7
200	13.0	14.9	225°.6	228°.8
350	0.5	9.0	202°.5	260°.9
500	6.1	7.8	352°.7	2°.9

Wir finden hier eine überraschend gute Übereinstimmung, speziell in den Phasenwerten. Nur in 350 m Tiefe ist keine Übereinstimmung vorhanden. Es darf aber noch auf Folgendes hingewiesen werden:

Was wir beobachten ist eine Überlagerung von dem, mit den internen Wellen verbundenen, Gezeitenstrom und dem normalen Gezeitenstrom. Wenn der interne Gezeitenstrom gross ist im Verhältnis zu dem normalen Gezeitenstrom, so werden die Phasen gut übereinstimmen. In 350 m Tiefe aber finden wir einen sehr kleinen internen Gezeitenstrom, und hier wird der beobachtete Strom hauptsächlich durch den normalen Gezeitenstrom bedingt. Mann kann deshalb in dieser Tiefe keine Übereinstimmung mit dem beobachteten Phasenwert erwarten. Übrigens muss man nicht vergessen, dass die Phasen der ganztägigen Gezeit, welche bloss aus einer 24-stündigen Periode abgeleitet sind, sicherlich mit einem Fehler von ca einer Mondstunde behaftet sind, sodass eine bessere Übereinstimmung kaum möglich wäre.

Es spricht aber für die Güte der Theorie, dass sie es vermag, aus einer sehr kleinen Beobachtungsreihe einen so guten Einklang zwischen Theorie und Beobachtung zu erzielen.

TABELLE 92. Erste interne Welle. $\lambda^2 g$ = Parameter = 0.0178 St. 253*a*.

Tiefe	φ	ω_1	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta(xu_n+1)$	$-\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2\Delta x$	$\int\varphi\omega^2\Delta x$
					$\Delta x = 0.1$						
0	29.66	0.0000			0			3000.0	10.000	0	
			999			— 5.3					
10	29.66	.0999		— 5	— 5.3		+ 0.1			0.0296	
			994			— 5.2					
20	29.66	.1993		— 11	— 10.5		0	2968.3	9894	0.1178	
			983			— 5.2					
30	29.66	.2976		— 16	— 15,7		+ 0.1			0.2627	
			967			— 5.1					
40	29.66	.3943		— 21	— 20.8		+ 0.1	2874.2	9581	0.4611	
			946			— 5.0					
50	29.66	.4889		— 26	— 25.8		+ 0.2	2801.8	9348	0.7089	
			920			— 4.8					
60	29.55	.5809		— 31	— 30.6		+ 0.2	2719.6	9065	0.9971	
			889			— 4.6					
70	29.5	.6698		— 35	— 35.2		+ 0.3			1.3235	
			854			— 4.3					
80	29.4	.7552		— 40	— 39.5		+ 0.5	2508.7	8362	1.6768	
			814			— 3.8					
90	29.1	.8366		— 43	— 43.3		— 0.2			2.0367	
			771			— 4.0					
100	28.6	.9137			— 47.3			2248.7	7496	2.3877	26.3389
					$\Delta x = 0.2$						
60	29.55	.5809			—122,2						
			1743			—35.9					
80	29.4	.7552		— 158	—158,1		+ 7.1				
			1585			—28.0					
100	28.6	.9137		— 187	—186.1		+13.8	4497.4	7496	4.7754	
			1398			—14.2					
120	26.7	1.0535		— 199	—200.3		+22.3			5.9269	
			1199			+ 8.1					
140	23.0	1.1734		— 190	—192.2		+21.7	3317.9	5530	6.2795	
150		1.2190	1009			+29.8			5071		
160	17.9	1.2743		— 160	—162.4		—11.1			5.8132	
			849			+18.7					
180	14.85	1.3592		— 145	—143.7		+ 0.2	2332.4	3887	5.4868	
			704			+18.5					
200	12.3	1.4296		— 125	—125.2		+ 1.9		3214	5.0277	
			579			+20.4					
220	9.9	1.4875		— 105	—104.8		— 2.5	1583.1	2638	4.3811	
			472			+17.9					
240	7.95	1.5347		— 87	— 86.9		— 2.5			3.7449	
250		1.5510	385			+15,4					
260	6.38	1.5732		— 72	— 71.5		— 2.9	1059.2	1765	3.1680	
			313			+12.5					
280	5.17	1.6045		— 59	— 59.0		—10.6			2.8406	
			254			+ 1.9					
300	5.38	1.6299		— 58	— 57.1			694.6	1158	2.3272	139.1466

$\Delta x = 0.5$

Tiefe	φ	ω_1	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_n+1)$	$-\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2\Delta x$
200	12.3	1.4296			−782.5			20430.7		
			1214			+292.4				
250	7.09	1.5510		−425	−490.1		−120.1			
			789			+172,3				
300	4.38	1.6299		−328	−317.8		−100.9	1737.0	1158	5.8180
			461			+71.4				
350	3.29	1.6760		−254	−246.4		−40.5		601	4.6068
			207			+30.9				
400	2.84	1.6967		−219	−215.5		+27.9	218.1	14.5	4.0879
			−12			+57.0				
450	2.10	1.6955		−157	−158.5		−14.3			3.0184
			−169			+42.7				
500	1.55	1.6786		−117	−115.8		−25.9	−747.2	−50	2.1699
			−286			+16.8				
550	1.35	1.6500		−101	−99.0		+2.0			1.6880
			−387			+18.8				
600	1.12	1.6113		−80	−80.2		−7.4	−1339.2	−89.3	1.4539
			−467			+11.4				
650	0.99	1.5646		−69	−68.8		+0.3			1.1995
			−536			+11.7				
700	0.85	1.5110		−57	−57.1		−4.4	−1751.7	−116.8	0.9817
			−593			+7.3				
750	0.77	1.4517		−50	−49.8		+0.5			0.8008
			−643			+7.8				
800	0.68	1.3874		−42	−42.0		−1.1	−2050.0	−136.7	0.6545
			−685			+6.7				
850	0.60	1.3189		−35	−35.3		−1.3			0.5219
			−720			+5.4				
900	0.54	1.2469		−30	−29.9		+1.1	−2263.1	−150.9	0.4198
			−750			+6.5				
950	0.45	1.1719		−23	−23.4		−1.7			0.3021
			−773			+4.8				
1000	0.38	1.0946		−19	−18.6		−1.9	−2405.2	−160.3	0.2276
			−792			+2.9				
1050	0.35	1.0154		−16	−15.7		+0.4			0.1753
			−808			+3.3				
1100	0.30	.9346		−12	−12.4		−2.0	−2499.0	−166.6	0.1310
			−820			+1.3				
1150	0.29	.8526		−11	−11.1		+0.6			0.1018
			−831			+1.9				
1200	0.27	.7695		−9	−9.2		−0.4	−2565.0	−171.0	0.0799
			−840			+1.5				
1250	0.25	.6855		−8	−7.7		0			0.0587
			−848			+1.5				
1300	0.23	.6007		−6	−6.2		−0.2	−2611.2	−174.1	0.0415
			−854			+1.3				
1350	0.215	.5153		−5	−4.9		−0.3			0.0271
			−859			+1.0				

Tiefe	φ	ω_1	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	Δξ	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$-\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2\Delta x$
1400	0.20	.4294		— 4	— 3.9		+ 0.2	—2640.9	—176.1	0.0184
			— 863			+ 1.2				
1450	0.18	.3431		— 3	— 2.7		— 0.4			0.0106
			— 866			+ 0.8				
1500	0.17	.2565		— 2	— 1.9		0	—2657.5	—177.2	0.0056
			— 868			+ 0.8				
1550	0.15	.1697		— 1	— 1.1		— 0.3			0.0022
			— 869			+ 0.5				
1600	0.14	.0828			— 0.6			—2664.1	—177.6	0.0005

TABELLE 93.

Zweite interne Welle $\lambda^2 g$ = Parameter = 0.0728 St. 253*a*.

Tiefe	φ	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	Δξ	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
0	29.66	0			0			3000	10.000	0
			996			—21.5				
10	29.66	.0996		— 21	— 21.5		+ 0.4			0.0294
			975			—21.1				
20	29.66	.1971		— 43	— 42.6		+ 1.0	2871.4	9 571	0.1152
			932			—20.1				
30	29.66	.2903		— 63	— 62.7		+ 1.4			0.2499
			869			—18.7				
40	29.66	.3772		— 81	— 81.4		+ 1.6	2496.6	8322	0.4221
			788			—17.1				
50	29.66	.4560		— 98	— 98.5		+ 2.7	2218.2	7420	0.6463
			690			—14.4				
60	29.55	.5250		— 113	—112.9		+ 2.2	1908.3	6361	0.8144
			577			—12.2				
70	29.5	.5827		— 125	—125.1		+ 2.9			1.0015
			452			— 9.3				
80	29.4	.6279		— 134	—134.4		+ 3.9	1160.6	3869	1.1592
			318			— 5.4				
90	29.1	.6597		— 140	—139.8		+ 2.1			1.2664
			278			— 3.3				
100	28.6	.6875			—143.1			323.9	1080	1.3519
					$\Delta x = 0.2$					
60	29.55	.5250			—451.7					
			1029			—95.9				
80	29.4	.6279		— 433	—547.6		+71.1			
			596			—24.8				
100	28.6	.6875		— 566	—572.4		+60.3	648.0	1080	2.7038
			30			+35.5				
120	26.7	.6905		— 532	—536.9		+72.5			2.5461
			— 502			+108.0				
140	23.0	.6403		— 423	—428.9		+35.4	—2500.9	— 4168	1.8860
150	19.8	.5879	— 925			+143.4			— 5142	
160	17.9	.5478		— 282	—285.5		—42.6			1.0744
			— 1207			+100.8				

Tiefe	φ	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$(3\Delta x u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
180	14.85	.4271		— 181	—184.7		—19.4	—4256.5	— 7094	0.5417
			— 1388			+81.4			— 7806	
200	12.3	.2883		— 102	—103.3		—18.3			0.2044
			— 1490			+63.1				
220	9.9	.1393		— 40	— 40.2		—19.7	—4894.6	— 8158	0.0384
			— 1530			+43.4				
240	7.95	— .0137		+ 1	+ 3.2		—15.6			0.0003
250		— .0895	— 1529			+27.8				
260	6.38	— .1666		+ 30	+ 31.0		—11.2	—4891.0	— 8152	0.0369
			— 1499			+16.6				
280	5.17	— .3165		+ 47	+ 47.6		— 5.3			0.1032
			— 1452			+11.3				
300	4.38	— .4617			+ 58.9			—4610.7	— 7684	0.1876

$\Delta x = 0.5$

Tiefe	φ	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$(3\Delta x u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
200	12.3	.2883			—645.3					
			— 3778			+760.8				
250	7.09	— .0895		+ 56	+115.5		—508.3			
			— 3722			+252.5				
300	4.38	— .4617		+ 326	+368.0		—140.7	—11526.8	— 7684	0.4690
			— 3396			+111.8				
350	3.29	— 8013		+ 468	+479.8		—31.3		— 6831	1.0530
			— 2828			+80.5				
400	2.84	— 10841		+ 557	+560,3		—139.7	—8679.3	— 5786	1.6689
			— 2271			—59.2				
450	2.10	— 13112		+ 489	+501.1		—21.7			1.8157
			— 1782			—80.9				
500	1.55	— 14894		+ 419	+420.2		+60.1	—5694.4	— 3796	1.7192
			— 1363			—20.8				
550	1.35	— 16257		+ 404	+399.4		—27.7			1.7840
			— 959			—48.5				
600	1.12	— 17216		+ 349	+350.9		+18.8	—3325.7	— 2217	1.6598
			— 610			—29.7				
650	0.99	— 17826		+ 322	+321.2		—10.3			1.5730
			— 288			—41.0				
700	0.85	— 18114		+ 279	+280.2		+14.8	—1409.8	— 940	1.3945
			— 9			—26.2				
750	0.77	— 18123		+ 255	+254.0		+ 3.4			1.2645
			+ 246			—22.8				
800	0.68	— 17877		+ 221	+221.2		— 8.3	+107.6	+ 72	1.0866
			+ 467			—31.1				
850	0.60	— 17410		+ 189	+190.1		+ 5.8			0.9093
			+ 656			—25.3				
900	0.54	— 16754		+ 165	+164.7		— 8.9	+1253.9	+ 836	0.7579
			+ 821			—34.2				
950	0.45	— 15933		+ 130	+130.5		+ 7.3			0.5712
			+ 951			—26.9				
1000	0.38	— 14982		+ 104	+103.6		+12.0	+2044.2	+ 1363	0.4265
			+ 1055			—14.9				

Tiefe	φ	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
1050	0.35	— 13927		+ 90	+ 88.7		— 4.0			0.3394
			+ 1145			—18.9				
1100	0.30	— 12782		+ 70	+ 69.8		+10.2	+2572.4	+ 1715	0.2451
			+ 1215			— 8.7				
1150	0.29	— 11567		+ 62	+ 61.1		— 1.8			0.1940
			+ 1277			—10.5				
1200	0.27	— 10290		+ 51	+ 50.6		+ 0.7	+2937.2	+ 1958	0.1429
			+ 1328			— 9.8				
1250	0.25	— 8962		+ 41	+ 40.8		+ 0.8			0.1004
			+ 1369			— 9.0				
1300	0.23	— 7593		+ 32	+ 31.8		+ 1.4	+3182.8	+ 2122	0.0663
			+ 1401			— 7.6				
1350	0.21_5	— 6192		+ 24	+ 24.2		+ 0.8			0.0391
			+ 1425			— 6.8				
1400	0.20	— 4767		+ 17	+ 17.4		+ 0.3	+3328.8	+ 2219	0.0227
			+ 1442			— 6.5				
1450	0.18	— 3325		+ 11	+ 10.9		+ 0.6			0.0100
			+ 1453			— 5.1				
1500	0.17	— 1872		+ 6	+ 5.8		+ 0.4	+3395.6	+ 2264	0.0030
			+ 1459			— 4.7				
1550	0.15	— 413		+ 7	+ 1.1		+ 0.9			0.0010
			+ 1466			— 3.8				
1600	0.14	+ 1053			— 2.7			+3403.1	+ 2269	0.0008

TABELLE 94.

Dritte interne Welle — Parameter $= \lambda^2 g = 0.163755$ — St. 253*a*.

Tiefe	φ	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
					$\Delta x = 0.1$					
0	29.66	0.0000			0			3000.0	10.000	0
			992			—48.2				
10	29.66	0.0992		— 49	— 48.2		+ 2.4			0.0291
			943			—45.8				
20	29.66	.1935		— 94	— 94.0		+ 4.6	2713.2	9044	0.1109
			849			—41.2				
30	29.66	.2784		— 135	—135.2		+ 6.5			0.2299
			714			—34.7				
40	29.66	.3498		— 170	—169.9		+ 8.3	1908.5	6362	0.3630
			544			—26.4				
50	29.66	.4042		— 197	—196.3		+10.3		4522	0.4846
			347			—16.1				
60	29.55	.4389		— 213	—212.4		+10.0	741.0	2470	0.5691
			134			— 6.1				
70	29.5	.4523		— 218	—218.5		+10.9			0.6036
			— 84			+ 4.8				
80	29.4	.4439		— 213	—213.7		+11.5	— 559.1	— 1864	0.5792
			— 297			+16.3				
90	29.1	.4142		— 196	—197.4		+10.2			0.4994
			— 493			+26.5				
100	28.6	.3649		— 170	—170.9			—1733.3	— 5778	0.3810

Tiefe	$\lambda^2 g \phi \Delta x^2$	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_n+1)$	$u=-\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
					$\Delta x = 0.2$					
60	19.36	.4389			—849.7					
			50			— 5.3				
80	19.26	.4439		— 840	—855.0		+176.8			
			— 790			+171.5				
100	18.73	.3649		— 669	—683.5		+129.0	—3466.6	— 5778	0.7620
			— 1459			+300.5				
120	17.49	.2190		— 372	—383.0		+28.4			0.2463
			— 1831			+328.9				
140	15.07	.0359		— 52	— 54.1		—96.2	—5736.2	— 9560	0.0060
150		— .0555	— 1883			+232.7			— 9530	
160	11.72	— .1152		+ 171	+178.6		—96.4			0.0831
			— 1712			+136.3				
180	9.73	— .3236		+ 307	+314.9		—77.1	—4761.0	— 7935	0.3110
			— 1405			+ 59.2				
200	8.06	— .4641		+ 368	+374.1		—65.4		— 6185	0.5299
			— 1037			— 6.2				
220	6.48	— .5678		+ 363	+367.9		—30.8	—2581.8	— 4303	0.6384
			— 674			—37.0				
240	5.21	— .6352		+ 328	+330.9		—13.9			0.6416
			— 346			—50.9				
260	4.18	— .6698		+ 279	+280.0		+ 0.2	—610.3	— 1017	0.5742
			— 67			—50.7				
280	3.39	— .6765		+ 229	+229.3		+10.9			0.4714
			+ 162			—39.8				
300	2.87	— .6603		+ 191	+189.5			+776.4	+ 1294	0.3819
					$\Delta x = 0.5$					
200	50.4	— .4641			+2239.1					
			— 1770			—479.9				
250	29.0	— .6411		+ 1578	+1859.2		—197.4			
			— 192			—677.3				
300	17.9	— .6603		+ 1166	+1181.9		+255.3	+1941.0	+ 1294	0.9548
			+ 974			—422.0				
350	13.5	— .5629		+ 781	+759.9		+111.5		+ 3217	0.5229
			+ 1755			—310.5				
400	11.6	— .3874		+ 459	+449.4		+ 3.9	+6611.9	+ 4408	0.2131
			+ 2214			—306.6				
450	8.60	— .1660		+ 143	+142.8		+119.5			0.0290
			+ 2357			—187.1				
500	6.35	.0697		— 54	— 44.3		+65.5	+7588.2	+ 5058	0.0038
			+ 2303			—121.6				
550	5.53	.3000		— 161	—165.9		+51.5			0.0558
			+ 2142			—70.1				
600	4.59	.5142		— 232	—236.0		+20.5	+6644.3	+ 4429	0.1481
			+ 1910			—49.6				
650	4.05	.7052		— 284	—285.6		+33.2			0.2462
			+ 1626			—16.4				
700	3.48	.8678		— 299	—302.0		+ 3.2	+4963.9	+ 3309	0.3201
			+ 1327			—13.2				

Tiefe	$\lambda^2 g \varphi \Delta x^2$	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_n+1)$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
750	3.15	1.0005		— 315	—315.2		+22.1			0.3854
			+ 1012			+ 8.9				
800	2.78	1.1017		— 304	—306.3		+ 9.0	+3094.8	+ 2063	0.4127
			+ 708			+17.9				
850	2.46	1.1725		— 287	—288.4		+ 2.1			0.4124
			+ 421			+20.0				
900	2.21	1.2146		—268	— 268.4		+22.1	+1366.5	+ 911	0.3983
			+ 153			+42.1				
950	1.84	1.2299		— 224	—226.3		— 6.6			0.3404
			— 71			+35.5				
1000	1.56	1.2228		— 191	—190.8		—15.8	+ 2.1	0	0.2841
			— 262			+19.7				
1050	1.43	1.1966		— 172	—171.1		+ 9.6			0.2506
			— 434			+29.3				
1100	1.23	1.1532		— 143	—141.8		—17.9	—1014.9	— 677	0.1995
			— 577			+11.4				
1150	1.19	1.0955		— 132	—130.4		+ 5.3			0.1740
			— 709			+16.7				
1200	1.11	1.0246		— 114	—113.7		+ 0.9	—1792.0	— 1195	0.1417
			— 823			+17.6				
1250	1.02	.9423		— 96	— 96.1		— 1.6			0.1110
			— 919			+16.0				
1300	0.942	.8504		— 80	— 80.1		— 1.9	—2370.2	— 1581	0.0832
			— 999			+14.1				
1350	0.880	.7505		— 66	— 66.0		— 0.9			0.0575
			— 1065			+13.2				
1400	0.819	.6440		— 53	— 52.8		+ 0.4	—2767.1	— 1845	0.0415
			— 1118			+13.6				
1450	0.737	.5322		— 39	— 39.2		— 3.4			0.0255
			— 1157			+10.2				
1500	0.696	.4165		— 29	— 29.0		+ 0.6	—3005.7	— 2004	0.0147
			— 1186			+10.8				
1550	0.61	.2979		— 18	— 18.2		— 2.7			0.0067
			— 1204			+ 8.1				
1600	0.57	.1775			— 10.1			—3117.6	— 2078	0.0022

TABELLE 95.

Vierte interne Welle Parameter = $\lambda^2 g = 0.2912$ St. 253*a*.

Tiefe	φ	$\lambda^2 g \varphi \Delta x^2$	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_n+1)$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
						$\Delta x = 0.1$					
0	29.66	0.08637	0			0			3000.0	10.000	0
				986			— 85.2				
10	29.66	0.08637	.0986		— 87	— 85.2		+ 7.6			0.0288
				899			— 77.6				
20	29.66	0.08637	.1885		— 162	— 162.8		+ 13.9	2496.4	8321	0.1053
				737			— 63.7				
30	29.66	0.08637	.2622		— 225	— 226.5		+ 19.5			0.2038
				512			— 44.2				

Tiefe	φ	$\lambda^2 g\varphi\Delta x^2$	ω	Δω	$\Delta_2\omega$	ξ	Δξ	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
40	29.66	0.08637	.3134		— 269	— 270.7		+ 23.2	1156.9	3856	0.2913
				243			— 21.0				
50	29.66	0.08637	.3377		— 290	— 291.7		+ 26.2	+ 302.8	+ 1022	0.3381
				— 47			+ 5.2				
60	29.55	0.08605	.3330		— 285	— 286.5		+ 23.8	— 567.1	— 1890	0.3277
				— 332			+ 29.0				
70	29.5	0.08590	.2998		— 256	— 257.5		+ 22.2			0.2652
				— 588			+ 51.2				
80	29.4	0.08561	.2410		— 204	— 206.3		+ 18.0	—2089.9	— 6966	0.1705
				— 792			+ 69.2				
90	29.1	0.08474	.1618		— 136	— 137.1		+ 10.4			0.0762
				— 928			+ 79.6				
100	28.6	0.08328	.0690		— 57.	— 57.5			—2902.1	— 9674	0.0137

$\Delta x = 0.2$

Tiefe	φ	$\lambda^2 g\varphi\Delta x^2$	ω	Δω	$\Delta_2\omega$	ξ	Δξ	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
60	29.55	0.34420	.3330			—1146.2					
				— 920			+320.90				
80	29.4	0.34245	.2410		— 800	—825.3		+274.5			
				— 720			+595.4				
100	28.6	0.33313	.0690		— 207	—229.9		+ 19.2	—5804.2	— 9674	0.0274
				—1927			+614.6				
120	26.7	0.31100	—.1237		+ 386	+ 384.7		—255.1			0.0817
				—1541			+359.5				
140	23.0	0.26790	—.2778		+ 723	+ 744.2		—353.9	—3751.1	— 6252	0.3551
150			—.2902	— 818			+ 5.6			— 4364	
160	17.9	0.20850	—.3596		+ 720	+ 749.8		—116.4			0.4629
				— 98			—110.8				
180	14.85	0.17297	—.3694		+ 629	+ 639.0		— 75.0	+ 631.3	+ 1052	0.4054
				+ 531			— 185.8				
200	12.3	0.14327	—.3163		+ 447	+ 453.2		— 3.9		+ 3784	0.2460
				+ 978			— 189.7				
220	9.9	0.11532	—.2285		+ 263	+ 263.5		+ 22.9	+3346.6	+ 5578	0.1034
				+1241			— 166.8				
240	7.95	0.09260	—.1044		+ 99	+ 96.7					0.0173
250	7.09	0.08258	— 461.	+1340			—118.7	+ 48.1			0
260	6.38	0.07431	+.0296		— 18	— 22.0		+ 43.9	+3974.9	+ 6625	0.0012
				+1312			— 74.8				
280	5.17	0.06022	+.1608		— 93	— 96.8		+ 27.3			0.0267
				+1219			— 47.4				
300	4.38	0.05102	+.2827		— 139	—144.2			+3421.5	+ 5702	0.0703

$\Delta x = 0.5$

Tiefe	φ	$\lambda^2 g\varphi\Delta x^2$	ω	Δω	$\Delta_2\omega$	ξ	Δξ	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_{n+1})$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
200	12.3	0.89544	—.3163			+2832.3					
				+2702			— 594.4				
250	7.09	0.51615	—.0461		+ 586	+ 237.9		—544.9			
				+3288			—1139.3				
300	4.38	0.31886	+.2827		— 947	— 901.4		+802.9	+8553.8	+ 5702	0.1750
				+2341			—336.4				
350	3.29	0.23951	+.5168		— 1171	—1237.8		+263.8		+ 3519	0.4407
				+1170			— 72.6				

Tiefe	φ	$\lambda^2 g \varphi \Delta x^2$	ω	$\Delta\omega$	$\Delta_2\omega$	ξ	$\Delta\xi$	$\Delta_2\xi$	$3\Delta x(u_n+1)$	$u = -\frac{d\omega}{dx}$	$\varphi\omega^2 dx$
400	2.84	0.20675	+.6338		−1288	−1310.4		+432.1	+1390.8	+927	0.5704
				−118			+359.5				
450	2.10	0.15288	+.6220		−915	−950.9		+6.1			0.4062
				−1033			+365.6				
500	1.55	0.11284	+.5187		−586	−585.3		−131.0	−4308.5	−2872	0.2085
				−1619			+234.6				
550	1.35	0.09828	+.3568		−362	−350.7		−13.3			0.0859
				−1981			+221.3				
600	1.12	0.08154	+.1587		−130	−129.4		−54.1	−6426.0	−4284	0.0141
				−2111			+167.2				
650	0.99	0.07207	−.0524		+34	+37.8		−44.1			0.0013
				−2077			+123.1				
700	0.85	0.06188	−.2601		+157	+160.9		−30.6	−6243.3	−4162	0.0288
				−1920			+92.5				
750	0.77	0.05606	−.4521		+251	+253.4		−39.5			0.0787
				−1669			+53.0				
800	0.68	0.04950	−.6190		+303	+306.4		−29.4	−4762.4	−3175	0.1303
				−1366			+23.6				
850	0.60	0.04368	−.7556		+328	+330.0		−15.8			0.1713
				−1038			+7.8				
900	0.54	0.03931	−.8594		+336	+337.8		−41.1	−2798.2	−1865	0.1994
				−702			−33.3				
950	0.45	0.03276	−.9296		+301	+304.5		−3.0			0.1944
				−401			−36.3				
1000	0.38	0.02766	−.9697		+268	+268.2		+18.6	−974.2	−650	0.1787
				−133			−17.7				
1050	0.35	0.02548	−.9830		+252	+250.5		−20.7			0.1691
				+119			−38.4				
1100	0.30	0.02184	−.9711		+210	+212.1		+24.4	+508.1	+339	0.1415
				+329			−14.0				
1150	0.29	0.02111	−.9382		+200	+198.1		−10.1			0.1276
				+529			−24.1				
1200	0.27	0.01966	−.8853		+173	+174.0		−1.6	+1686.6	+1124	0.1058
				+702			−25.7				
1250	0.25	0.01820	−.8151		+148	+148.3		−0.4			0.0831
				+850			−26.1				
1300	0.23	0.01674	−.7301		+122	+122.2		+2.9	+2576.0	+1717	0.0613
				+972			−23,2				
1350	0.215	0.01565	−.6329		+99	+99.0		+0.8			0.0409
				+1071			−22.4				
1400	0.20	0.01456	−.5258		+77	+76.6		−0.4	+3170.8	+2114	0.0277
				+1148			−22.8				
1450	0.18	0.01310	−.4110		+54	+53.8		+5.0			0.0152
				+1202			−17.8				
1500	0.17	0.01238	−.2908		+36	+36.0		0	+3498.6	+2332	0.0072
				+1238			−17.8				
1550	0.15	0.01092	−.1670		+18	+18.2		+3.8			0.0021
				+1256			−14.0				
1600	0.14	0.01019	−.0414		+4	+4.2			+3611.6	+2408	0.0001